Helsinki

Urban Air Mobility - vertiportti olemassa olevaan rakennuskantaan

Konseptikehitys rakennusten uudelleenkäytöstä sähköisen eVTOL-liikenteen infrastruktuuriksi

Helsinki

Urban Air Mobility - vertiportti olemassa olevaan rakennuskantaan
ISBN
ISSN

Julkaisija
Helsingin kaupunki / Kaupunki-ilmailu

Taitto
-

Julkaisuvuosi
2026

Sisällysluettelo

1 Johdanto 4
1.1 Miksi kaupunki-ilmailu on kaupunkien tulevaisuus 4
1.2 Miksi Helsinki 4
1.3 Pitäjänmäki pilottikohteena 5
1.4 Työn tavoite ja rakenne 5

2 Kohdealueen ja rakennuksen analyysi 6
2.1 Sijainti ja kaupunkirakenteellinen konteksti 6
2.2 Rakennuksen yleiskuvaus ja nykykäyttö 9
2.3 Sisäänkäynnit 10
2.4 Lastausalueet 11
2.5 Hissijärjestelmä 14
2.6 Kerroskohtainen tila-analyysi ja potentiaali 15
2.7 Vesikatto: nykytila ja rajoitteet 16

3 Sääntelykehys ja mitoitusperiaatteet 18
3.1 Sääntelyhierarkia: EASA, Traficom ja ICAO 18
3.2 Suunnitteluperustekalusto ja Design D 19
3.3 Operatiiviset alueet: FATO, TLOF ja SA 20
3.4 Korotetun alustan tekninen ratkaisu 23
3.5 Asettelutypologiat vertiportille 25
3.6 Suomen erityisvaatimukset: lumi, jää ja tuuli 26

4 Suunnitteluvaihtoehdot 28
4.1 Kolme toteutusvaihtoehtoa 28
4.2 Hissien ulottaminen kattotasolle 29
4.3 Kattotason suunnitelma vaihtoehdoittain 31
4.4 Vertailu ja suositus 33
4.5 Sisätilojen toteutus valitun ratkaisun mukaan 34

5 Katuintegrointi ja viimeinen kilometri 37
5.1 Kadun aikaperustainen käyttö 37
5.2 Lastaus- ja purkuliikenne katutasolla 37
5.3 Saavutettavuus 38
5.4 Viimeisen kilometrin jakelu 38

6 Toteutettavuuden arviointi 39
6.1 Tekninen toteutettavuus 39
6.2 Sääntely- ja lupaprosessi 39
6.3 Taloudellinen toteutettavuus 40
6.4 Sosiaalinen hyväksyttävyys ja kaupunkikuva 40
6.5 Riskit ja suositellut jatkotoimenpiteet 41

7 Johtopäätökset ja suositukset 42
7.1 Yhteenveto keskeisistä havainnoista 42
7.2 Suositus 43
7.3 Pitäjänmäki osana Helsingin kaupunki-ilmailun tulevaisuutta 43

1 Johdanto

Helsingin kadut, sillat ja raiteet kantavat jo nyt kasvavaa kaupunkia lähellä kapasiteettinsa rajoja. Samaan aikaan tavaraliikenne, erityisesti nopea, pieneräinen kuljetus, kasvaa nopeammin kuin katuverkkoa voidaan realistisesti laajentaa. Tämä raportti esittää yhden konkreettisen vastauksen tähän ristiriitaan: kaupunki-ilmailun, joka ei kilpaile kadunpinnasta vaan avaa kaupungille kokonaan uuden, kolmiulotteisen liikkumisulottuvuuden.

1.1 Miksi kaupunki-ilmailu on kaupunkien tulevaisuus

Kaupunkien tavaraliikenne on rakenteellisesti jäykkää: jokainen uusi jakeluauto lisää samaa katutilaa käyttäviä ajoneuvoja, samaan aikaan kun sama katutila palvelee jalankulkijoita, pyöräilijöitä, joukkoliikennettä ja henkilöautoliikennettä. Kaupunki-ilmailu ei ratkaise tätä ongelmaa laajentamalla katuverkkoa, vaan ohittamalla sen kokonaan. Rahtidroonit voivat siirtää tavaraa pisteestä toiseen suoraviivaisesti, kadunpinnan ruuhkista riippumatta, ja vapauttaa samalla katutilaa niille toiminnoille, joille se alun perin on tarkoitettu.

On tärkeää ymmärtää, ettei kyse ole vain pienistä, harrastelijamaisista pakettidroneista. Tämän raportin lähtökohtana ovat keskikokoiset rahtidroonit, joiden hyötykuorma voi olla jopa noin 1 700 kilogrammaa ja kantavuus riittää todellisiin logistiikkavirtoihin, ei yksittäisiin koepaketteihin. Pidemmällä aikavälillä sama infrastruktuuri voi palvella myös matkustajien eVTOL-liikennettä. Tämä on siis vakavasti otettava infrastruktuuri-investointi, ei kokeilu, ja juuri siksi se ansaitsee huolellisen, todelliseen sääntelyyn ja todelliseen kaupunkiin perustuvan suunnitelman, jollaisen tämä raportti pyrkii tarjoamaan.

1.2 Miksi Helsinki

Helsinki on jo asettanut tavoitteekseen kaupunki-ilmailun integroimisen osaksi kaupungin liikennejärjestelmää, ei kertaluonteisena kokeiluna vaan pitkäjänteisenä, koko metropoli-aluetta koskevana kehityssuuntana. Tämä tavoite ei ole irrallinen: Helsingin kaupunki-rakenne, suhteellisen tiivis mutta samalla hyvin jäsennelty, tukee luontevasti uuden liikennemuodon vaiheittaista käyttöönottoa ilman, että koko kaupunkia täytyy suunnitella uudelleen.

Helsingillä on myös vahva perusta, jolle rakentaa: toimiva kehätiestö, kattava raide-liikenneverkko ja pitkä perinne kaupunkisuunnittelusta, joka on valmis kokeilemaan uutta ilman, että se vaarantaa kaupungin toimivuutta. Nämä samat ominaisuudet, jotka ovat tehneet Helsingistä toimivan eurooppalaisen kaupungin, tekevät siitä myös poikkeuksellisen hyvän ympäristön kaupunki-ilmailun ensimmäisille todellisille sovelluksille. Kaupunki, joka liikkuu tässä vaiheessa varhain ja harkitusti, ei ainoastaan hyödy uudesta liikennemuodosta itse, vaan on myös mukana muokkaamassa sitä, millaiseksi kaupunki-ilmailu Euroopassa lopulta muotoutuu.

1.3 Pitäjänmäki pilottikohteena

Uuden liikennemuodon käyttöönotto ei kuitenkaan onnistu abstraktilla tasolla. Se tarvitsee konkreettisen, todellisen sijainnin, jossa periaatteet voidaan testata todellista rakennusta ja todellista kaupunkiympäristöä vasten. Pitäjänmäki on tähän poikkeuksellisen hyvin perusteltu valinta, eikä satunnainen sellainen: kohde on osa laajempaa kaupungin asemakaavoitushanketta, mikä tarkoittaa, ettei vertiportti ole irrallinen lisäys vaan luonteva osa aluetta jo muutenkin koskevaa kehitystä.

Sijainti puhuu puolestaan. Pitäjänmäki kytkeytyy suoraan Kehä I:een ja Länsiväylään, ja Kehäradan Valimon asema tarjoaa nopean yhteyden sekä Helsinki-Vantaan lentoasemalle että Pasilan kautta koko pääkaupunkiseudulle. Alue sijaitsee samalla keskeisellä paikalla Leppävaaran, Kannelmäen ja Pasilan välissä, eli juuri siinä kaupunkirakenteen solmukohdassa, jossa uuden liikennemuodon palvelutarve on suurin. Alueen nykyinen, vahvasti kaupallisteollinen luonne tarkoittaa lisäksi, ettei raskaan logistiikan ja teknisen infrastruktuurin läsnäolo ole alueelle vierasta, vaan osa sen olemassa olevaa identiteettiä.

Kaiken tämän keskellä sijaitsee kohderakennus: hybridi toimisto- ja logistiikkarakennus, jonka toimistokäyttö on vähitellen menettämässä kilpailukykyään mutta jonka perusrunko, hissijärjestelmä ja lastausalueet ovat edelleen poikkeuksellisen hyväkuntoiset. Sen sijaan, että tällainen rakennus jätettäisiin vajaakäyttöön odottamaan hidasta arvonalenemista, tämä raportti osoittaa, että se voidaan muuttaa jostain uudesta ja merkityksellisestä: Helsingin ensimmäiseksi todelliseksi vertiportiksi, ilman uutta maankäyttöä ja ilman raskasta uudisrakentamista.

1.4 Työn tavoite ja rakenne

Tämän raportin tavoitteena on osoittaa, että edellä kuvattu ambitio on paitsi perusteltu myös käytännössä toteuttamiskelpoinen, ja tarjota samalla konkreettinen, kolmea eri lukijaa palveleva suunnitelma. Päättäjälle ja mahdolliselle investoijalle raportti osoittaa, ettei hankkeessa ole tunnistettu ratkaisematonta estettä. Arkkitehdille ja tekniselle suunnittelijalle raportti tarjoaa todelliseen sääntelyyn ja todelliseen rakennukseen perustuvan mitoituksen, josta jatkosuunnittelu voi käynnistyä. Helsinkiläiselle ja muulle kiinnostuneelle yleisölle raportti kertoo selkeästi, mitä kaupunki on suunnittelemassa ja miksi.

Raportti etenee johdonmukaisesti: luvussa 2 käydään läpi kohderakennus ja sen välitön ympäristö, luvussa 3 sääntelykehys ja tekniset mitoitusperiaatteet, luvussa 4 rakennuksen sisäiset suunnitteluvaihtoehdot ja niiden vertailu, luvussa 5 katutason integrointi ja viimeisen kilometrin logistiikka, ja luvussa 6 hankkeen kokonaisvaltainen toteutettavuus. Luku 7 kokoaa havainnot yhteen ja esittää raportin suosituksen jatkotoimenpiteiksi.

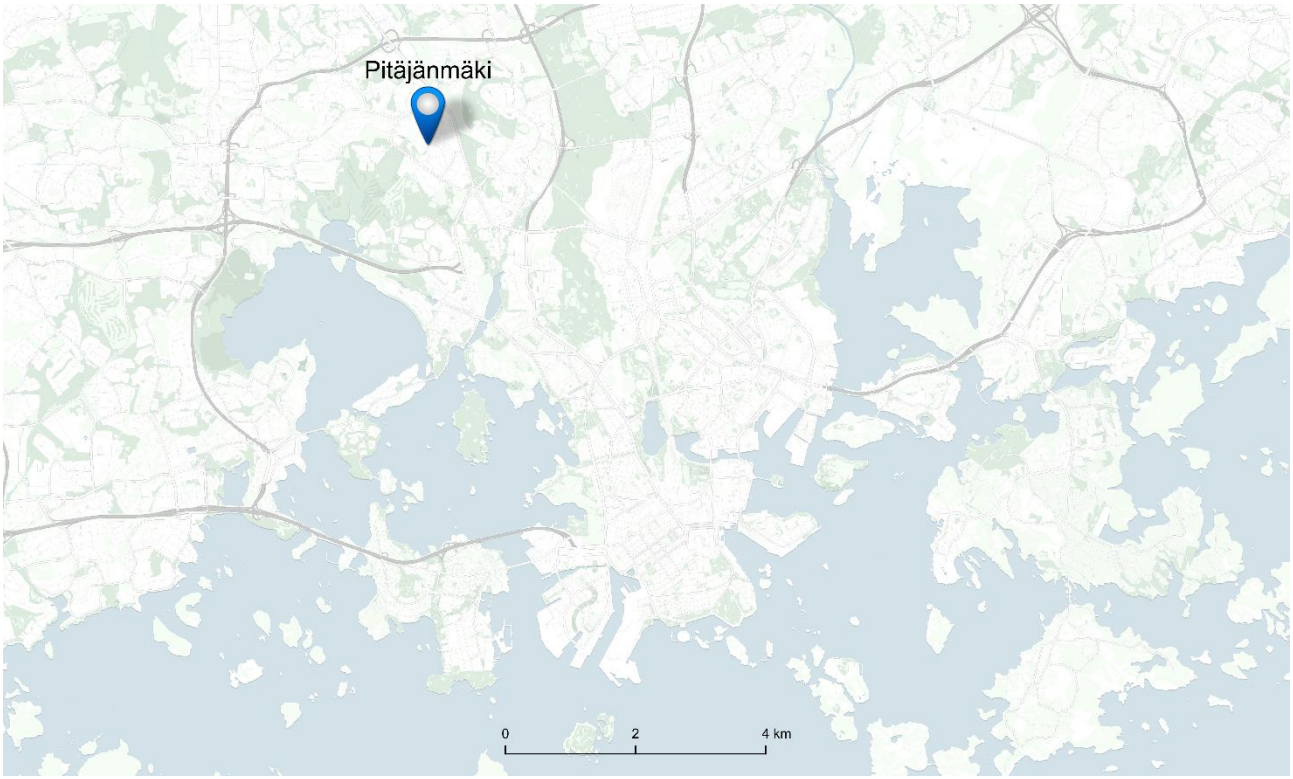
Kun seuraavat luvut on luettu, lukijalle ei pitäisi jäädä epäselväksi, mitä Helsinki tavoittelee, missä se aikoo tämän ensin osoittaa toteen, ja miksi juuri tämä on oikea tapa aloittaa.

2 Kohdealueen ja rakennuksen analyysi

Ennen kuin vertiportin suunnitteluperiaatteita tai toteutusvaihtoehtoja voidaan käsitellä, on ymmärrettävä perusteellisesti se rakennus ja ympäristö, johon hanke sijoittuu. Tässä luvussa käydään läpi kohdealueen kaupunkirakenteellinen konteksti, rakennuksen yleisrakenne ja nykykäyttö, sisäänkäynnit, lastausalueet, hissijärjestelmä sekä kerroskohtainen tilapotentiaali. Luku päättyy rakennuksen vesikaton nykytilan tarkasteluun, joka osoittaa, miksi vertiportin toteuttaminen edellyttää uutta, korotettua rakenneratkaisua, jota käsitellään tarkemmin luvussa 3.

2.1 Sijainti ja kaupunkirakenteellinen konteksti

Pitäjänmäki on Helsingin läntisessä kaupunginosassa sijaitseva entinen teollisuusalue, joka on vuosikymmenten kuluessa muuttunut vähitellen toimisto- ja palvelupainotteiseksi mutta säilyttänyt vahvan logistisen selkärangan. Alue sijoittuu Kehä I:n ja Länsiväylän välittömään läheisyyteen, mikä tekee siitä yhden Helsingin tärkeimmistä toimisto- ja logistiikkasolmuista tieliikenteen näkökulmasta. Rautatieyhteys vahvistui merkittävästi vuonna 2015, kun Kehärata yhdisti Pitäjänmäen Valimon aseman kautta suoraan Helsinki-Vantaan lentoasemaan ja Helsinki-Pasilan akselille.



Kuva 1: Helsingin kartta ja suunnittelualueen sijainti Pitäjänmäessä

Alueen katuverkko on alun perin mitoitettu raskaan teollisuusliikenteen tarpeisiin: ajokaistat ovat leveät, kulmaukset loivia ja lastaustiloja on runsaasti kadunvarsilla. Jalankululle ja pyöräilylle tarkoitettu infrastruktuuri on kehittynyt vasta jälkikäteen ja on paikoitellen puutteellinen suhteessa alueen tihenevään toimistotyöntekijämäärään. Viime vuosina Pitäjänmäki on kehittynyt myös asuinrakentamisen suuntaan, mikä kasvattaa alueen liikkumistarpeiden monimuotoisuutta entisestään.

Kuva 2: Satelliittikuva Pitäjänmäestä ja tarkasteltava kiinteistö korostettuna (Google Earth, 2026)

Kohderakennus sijaitsee Pitäjänmäen yritysalueen pohjoisosassa, muiden samantyyppisten toimisto- ja tuotantorakennusten ympäröimänä. Rakennuksen pohjoispuolelta löytyy pääkatuyhteys pysäköintialueelle ja pääsisäänkäynnille, kun taas eteläpuoli avautuu matalammalle tasanteelle, josta on suora yhteys rautatiehen. Tämä yhdistelmä, valmis raskaan liikenteen katuverkko, kahdensuuntainen maantasoyhteys ja lyhyt etäisyys raideliikenteeseen, tekee alueesta poikkeuksellisen hyvin soveltuvan kaupunki-ilmailun pilottikohteeksi: samat ominaisuudet, jotka ovat aikanaan tehneet Pitäjänmäestä toimivan teollisuusalueen, palvelevat suoraan myös uuden liikennemuodon vaatimuksia.

Kuva 3: Tarkasteltavan kiinteistön pääsisäänkäynti rakennuksen luoteispuolelta (Atomitie 5, n.d.)

Kuva 4: Kiinteistö lounaan suunnasta. Junarata kulkee kiinteistön välittömässä läheisyydessä ja Valimon asema sijaitsee noin 300 metrin etäisyydellä (Atomitie 5, n.d.)

2.2 Rakennuksen yleiskuvaus ja nykykäyttö

Kohderakennus on entinen hybridi toimisto- ja logistiikkarakennus, joka jakautuu kolmeen toiminnalliseen osaan: osa 1 (läntinen), osa 2 (keskiosa) ja osa 3 (itäinen). Rakennus sijaitsee rinteessä, minkä vuoksi sillä on kaksi eri korkeudella sijaitsevaa maantasoa. Läntisessä ja keskiosassa (osat 1 ja 2) maantasoyhteys ja pääsisäänkäynti sijaitsevat ensimmäisessä kerroksessa, kun taas itäisessä osassa (osa 3) maantasoyhteys sijoittuu jo kellarikerroksen tasolle. Tämän seurauksena rakennuksen itäinen osa on yhden täyden kerroksen matalampi kuin läntinen osa, mikä on suunnittelun kannalta oleellinen lähtökohta.

Kerrosjako voidaan tiivistää seuraavasti:

- Kerros 0 toimii kellarikerroksena osilla 1 ja 2, mutta sisältää myös yhden lastauspisteen ja takaoven osassa 3.
- Kerros 1 muodostaa rakennuksen pääsisäänkäyntitason osassa 1 ja kahden muun takaoven lisäksi, kerros sisältää myös toisen lastauspisteen osassa 2.
- Kerrokset 2–5 muodostavat rakennuksen varsinaiset toimisto- ja tuotantokerrokset.
- Kerros 6 on täysi kerros osilla 1 ja 2, kun taas osassa 3 samalla korkeudella sijaitsee ainoastaan pieni erillinen konehuonetila vesikatolla.
- Kerros 7 sisältää osien 1 ja 2 ilmanvaihto- ja hissikonehuoneet rakennuksen varsinaisella vesikatolla.

Kuva 5: Ilmakuva tarkasteltavasta kiinteistöstä luoteen suunnasta (Atomitie 5, n.d.)

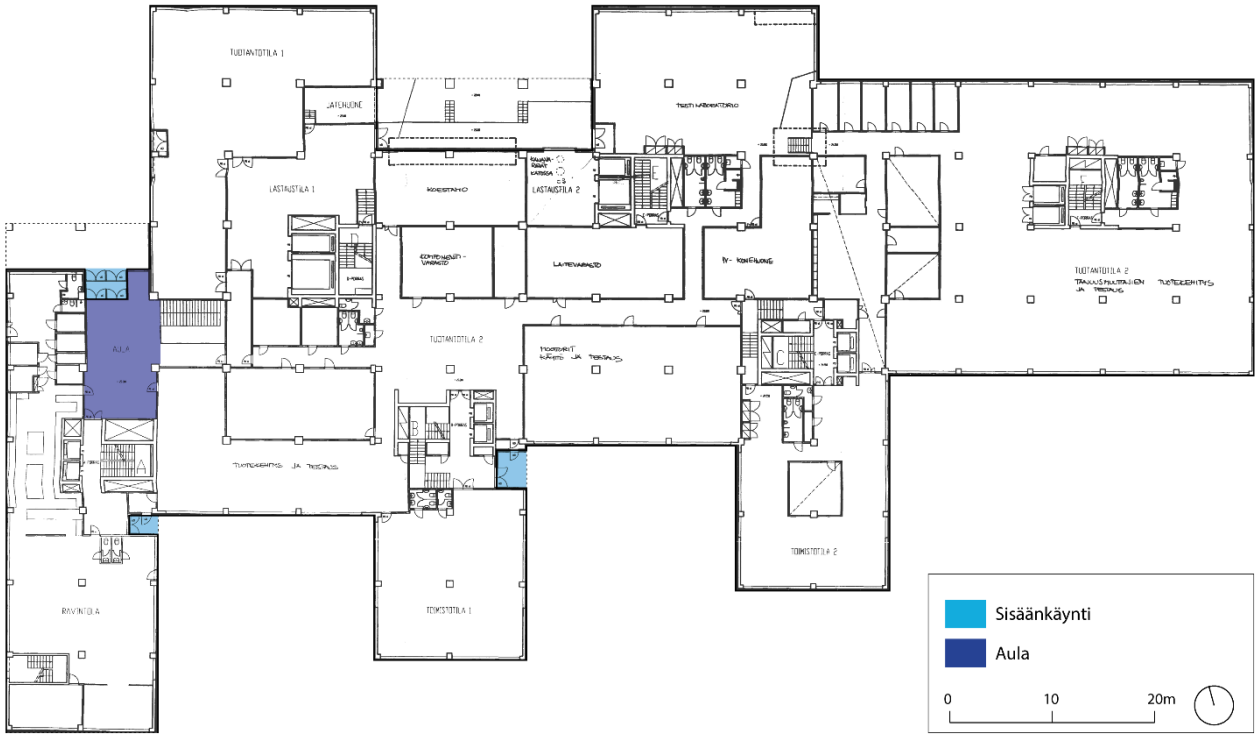
Rakennus on tyypillinen aikansa toimistorakennus: suuret, muuntojoustavat kerrostasot, vahva kantava runko ja mittava tekninen infrastruktuuri, mutta nykyaikaisen toimistotyön näkökulmasta yhä vähemmän kilpailukykyinen. Toimistokysyntä on siirtynyt kohti keskeisempiä ja palvelutasoltaan monipuolisempia sijainteja, mikä näkyy rakennuksessa kasvavana vajaakäyttönä. Samat piirteet, jotka tekevät rakennuksesta nykyisin haastavan toimistokäytössä, tekevät siitä kuitenkin poikkeuksellisen sopivan uudelleenkäyttöön: rakennuksessa on valmiiksi järeä hissijärjestelmä, kaksi itsenäistä lastausaluetta ja suuria yhtenäisiä kerrostasoja, eli juuri se infrastruktuuri, jota kaupunki-ilmailun logistiikkakeskus tarvitsee. Rakennus ei siis vaadi käyttötarkoituksen muutosta varten mittavaa uudis-rakentamista, vaan olemassa olevan, alikäytetyn infrastruktuurin uudelleen kohdentamista.

2.3 Sisäänkäynnit

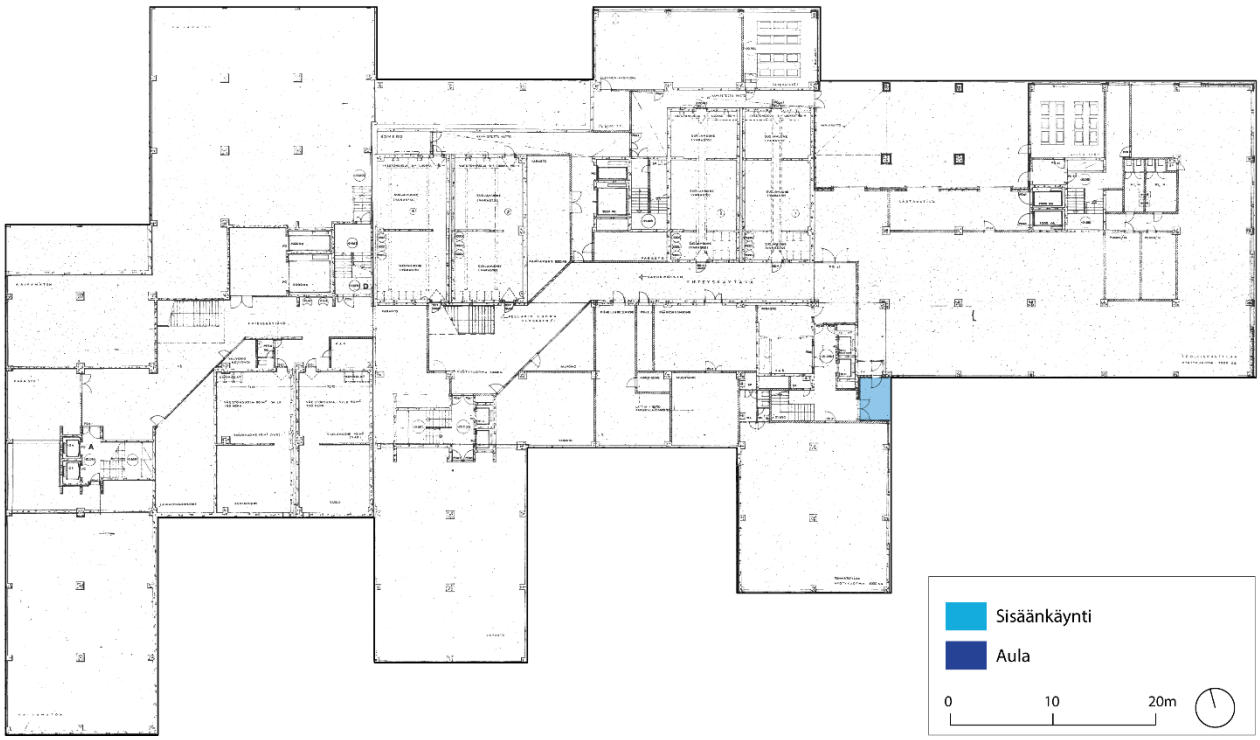
Rakennukseen saavutaan nykyisin yhden pääsisäänkäynnin kautta rakennuksen pohjoispuolelta sekä kolmen pienemmän sisäänkäynnin kautta eteläpuolelta. Pää-sisäänkäynti palvelee rakennuksen nykyistä aulatilaa ja on rakennuksen ainoa sisäänkäynti, jolla on valmis, edustava vastaanottotila. Eteläiset sisäänkäynnit ovat luonteeltaan vaatimattomampia ja sijoittuvat lähemmäksi rakennuksen eri henkilöhissejä ja porras-huoneita.

Kuva 6: Kiinteistön sisäänkäynnit: vasemmalla pääsisäänkäynti (Atomitie 5, n.d) ja oikealla toiset sisäänkäynnit rakennuksen yhteydessä (Google Earth, 2026.)

Tämä sisäänkäyntirakenne on suunnittelun kannalta merkittävä resurssi: se mahdollistaa useiden vaihtoehtoisten matkustaja- ja henkilöstövirtojen järjestämisen myöhemmissä toteutusvaiheissa, ilman että kaikki liikenne on ohjattava saman oven ja saman aulan kautta.



Kuva 7a: Ensimmäisen kerroksen pohjapiirros ja sisäänkäyntien sijainnit



Kuva 7b: Pohjakerroksen pohjapiirros ja sisäänkäyntien sijainnit

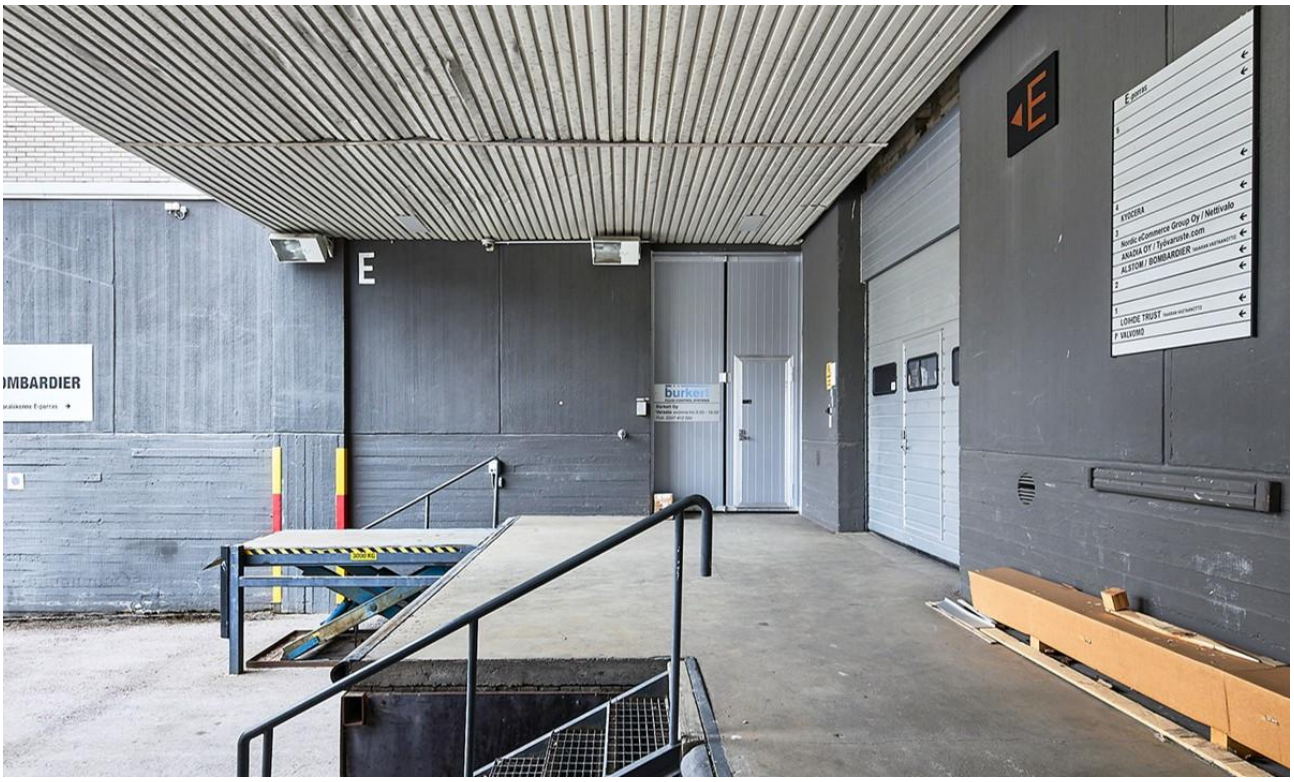
2.4 Lastausalueet

Rakennuksessa on kaksi toisistaan riippumatonta lastausaluetta. Ensimmäinen sijaitsee rakennuksen itäpuolella, kellarikerroksen tasolla (osa 0.3), ja toinen rakennuksen keski-osassa, ensimmäisen kerroksen tasolla (osa 1.2). Molemmat lastausalueet voivat palvella kolmea kuorma-autoa samanaikaisesti ja sijaitsevat välittömästi tavarahissien yhteydessä.

Kuva 8: Kiinteistön pohjoispääty ja rakennuksen lastauslaiturit (Atomitie 5, n.d.)

Kahden lastausalueen ajoyhteydet eivät juuri poikkea toisistaan. Molemmat lastausalueet sijaitsevat vierekkäin rakennuksen pohjoispuolella ja ovat ajoneuvoliikenteen näkökulmasta käytännössä samalla tasolla, vain muutaman metrin etäisyydellä toisistaan: toinen palvelee kellarikerrosta (0.3) ja toinen ensimmäistä kerrosta (1.2). Itse lastaustapahtuman kannalta erolla ei siis juuri ole merkitystä, ja molemmat sijaitsevat samalla tavoin lähellä pää-sisäänkäynnin liikennettä, mikä voi asettaa haasteita aikataulutukselle ruuhka-aikoina. Todelliset erot tulevat esiin vasta lastausalueita lähinnä palvelevissa tavarahisseissä ja niiden yhteydessä olevissa toimintatiloissa, joiden kapasiteetti ja käyttötarkoitus poikkeavat toisistaan. Kahden erillisen logistiikkakeskittymän olemassaolo antaa hankkeelle silti huomattavaa joustavuutta: saapuva ja lähtevä rahti voidaan tarvittaessa erottaa toisistaan, ja kumpaakin lastausaluetta voidaan käyttää eri toteutusvaihtoehdoissa eri tavoin.

Kuva 9a: Kiinteistön lastauslaiturit rakennuksen ulkopuolelta tarkasteltuna (Atomitie 5, n.d.)



Kuva 9b: Lastausalue ja lastauslaituri (Atomitie 5, n.d.)

2.5 Hissijärjestelmä

Rakennuksessa on valmiiksi laaja pystyliikennejärjestelmä, joka muodostaa merkittävän lähtökohdan koko hankkeelle. Jokaisessa kolmesta rakennusosasta sijaitsee kaksi henkilöhissiä sekä kaksi tavarahissiä, eli hissejä on rakennuksessa yhteensä kaksitoista.

Osa	Henkilöhissit	Kuormahissi A	Kuormahissi B
Osa 1 (länsi)	2 x henkilöhissi (max 10 hlö)	3 000 kg	1 000 kg
Osa 2 (keski)	2 x henkilöhissi (max 10 hlö)	3 000 kg	1 000 kg
Osa 3 (itä)	2 x henkilöhissi (max 10 hlö)	2 000 kg	1 000 kg

Kuva 10: Pohjapiirros, jossa henkilö- ja rahtihissien sijainnit on korostettu

Osien 1 ja 2 suurimmat tavarahissit mahdollistavat jopa 3 000 kilogramman kuormat, kun taas osan 3 suurimman hissin kapasiteetti on 2 000 kilogrammaa. Molemmat tasot ovat riittäviä esimerkiksi täysien EUR-lavojen sekä eVTOL-alusten huoltoon liittyvien komponenttien kuljettamiseen, minkä vuoksi uusia tavarahissejä ei lähtökohtaisesti tarvita hankkeen ensimmäisessä toteutusvaiheessa.

Olemassa oleva hissijärjestelmä palvelee kuitenkin toistaiseksi vain rakennuksen nykyisiä kerroksia. Kaikki henkilöhissit päättyvät kuudenteen kerrokseen, ja tavarahissit ulottuvat joko viidenteen tai kuudenteen kerrokseen. Kumpikaan hissityyppi ei siis tavoita rakennuksen ylintä vesikattoa, saati sen yläpuolelle rakennettavaa lentoalustatasoa. Tähän kysymykseen palataan tarkemmin luvun lopussa ja edelleen luvussa 3, sillä se on koko hankkeen kannalta yksi ratkaisevimmista teknisistä rajoitteista.

2.6 Kerroskohtainen tila-analyysi ja potentiaali

Rakennuksen pysyvien rakenteiden lisäksi hankkeen toteutettavuuteen vaikuttaa merkittävästi se, kuinka paljon muuntojoustavaa ja välittömästi käyttöönotettavaa tilaa rakennuksessa on jo nyt vapaana. Tarkastelu perustuu tässä työssä tällä hetkellä vapaina oleviin toimitiloihin, sillä niiden hyödyntäminen mahdollistaisi toiminnan käynnistämisen ilman nykyisten vuokralaisten siirtämistä. Rakennuksen pitkän aikavälin kehittäminen voi tulevaisuudessa mahdollistaa huomattavasti laajemmankin käyttöönoton, mutta tämän raportin lähtökohtana on realistinen, nopeasti käynnistettävissä oleva ratkaisu.

Kuva 11: Toisen ja kolmannen kerroksen vapaat tilat. Vasemmalla toisen kerroksen ja oikealla kolmannen kerroksen tilat

Kerroksissa 2 ja 3 sijaitsee useita vapaita varasto-, tuotanto- ja toimistotiloja, joiden pinta-alat vaihtelevat noin 150–450 neliömetrin välillä. Nämä tilat eivät yksinään riitä varsinaisen vertiporttiterminaalin sijoittamiseen, mutta ne soveltuvat hyvin logistiikan, huollon, teknisten järjestelmien tai varastoinnin tarpeisiin ja tukevat siten muualle sijoittuvaa päätoimintaa. Selvästi merkittävimmät terminaalipotentiaalit sijaitsevat kuitenkin kerroksissa 4 ja 5.

Kuva 12: Neljännen ja viidennen kerroksen vapaat tilat. Vasemmalla neljännen kerroksen ja oikealla viidennen kerroksen tilat

Ensimmäinen näistä on kerroksen 4 osassa 4.3, ja ulottuu osittain myös osaan 4.2. Alue tarjoaa yhteensä noin 1 700 neliömetriä yhtenäistä ja muuntojoustavaa tilaa, josta on suorat yhteydet sekä tavara- että henkilöhisseihin. Tilan suuri yhtenäinen pohjapinta mahdollistaa joustavan jaon esimerkiksi matkustaja-, logistiikka- ja tukitoimintojen kesken.

Toinen on kerroksen 5 osien 5.1 ja 5.2 yhdistettävä kokonaisuus, josta muodostuu noin 1 400 neliömetrin tila. Tämä sijaitsee yhden kerroksen lähempänä vesikattoa ja on suoraan yhteydessä rakennuksen pääsisäänkäyntiä palveleviin hissiryhmiin.

Molemmat vaihtoehdot tarjoavat riittävän pinta-alan vertiportin ensimmäisen terminaalitoiminnon sijoittamiseksi, ja kumpaakin käsitellään tarkemmin osana luvun 4 suunnitteluvaihtoehtoja. Niiden todelliset erot eivät liity pinta-alaan vaan siihen, mihin sisäänkäyntiin, hissiryhmään ja lastausalueeseen kumpikin luontevimmin kytkeytyy, sekä siihen, millaisen yhteyden ne mahdollistavat vesikatolle.

2.7 Vesikatto: nykytila ja rajoitteet

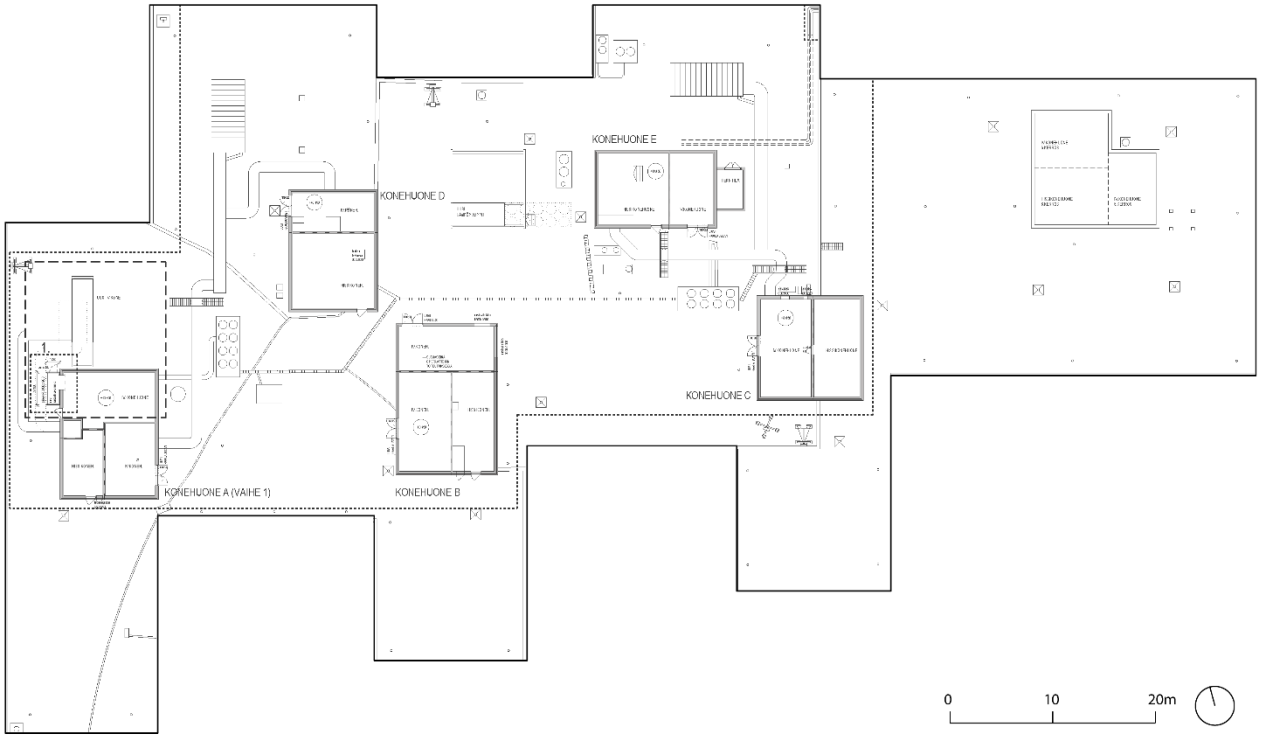
Rakennuksen vesikatto ei sovellu vertiporttikäyttöön sellaisenaan. Ensimmäinen ongelma on jo todettu edellä: mikään olemassa oleva hissi ei ulotu vesikatolle asti. Vertiportin edellyttämä lentoalustataso sijoittuisi vasta niin sanotun tulevan kahdeksannen kerroksen korkeudelle, ja tämä yhteys puuttuu kokonaan nykyisestä rakennuksesta. Esteetön pääsy alustalle, niin matkustajille kuin lavarahdillekin, edellyttää siis vähintään yhden henkilöhissin ja yhden tavarahissin jatkamista suoraan lentoalustalle asti.

Toinen ongelma liittyy vesikaton nykyiseen sisältöön. Kohteena oleva vesikatto sisältää ilmanvaihtokonehuoneita, poistoilmaputkia, jäähdytysyksiköitä, ja savunpoistoluukkuja. Nämä laitteet sijaitsevat tyypillisesti noin metrin korkeudella kattorakenteen pinnasta, konehuoneet jopa kolmeen metriin asti. Näiden siirtäminen tai poistaminen on usein teknisesti mahdollista mutta rakennusteknisesti ja taloudellisesti raskasta, sillä toimivaa talotekniikkajärjestelmää ei voida kokonaan poistaa rakennuksen käytön jatkuessa.

Varsinainen vertiporttikäyttöön tarkoitettu alusta tulisikin rakentaa vasta seitsemännen kerroksen konehuoneiden kattojen yläpuolelle, noin 46–47 metrin korkeudelle maanpinnasta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vesikaton yläpuolelle tarvitaan kokonaan uusi, korotettu rakenne, joka sekä ratkaisee olemassa olevien kattolaitteiden aiheuttaman esterajoitteen että tarjoaa puhtaan, hallitun operatiivisen pinnan lentotoiminnalle.

Näin rakennuksen analyysi päättyy kahteen selkeään, toisiinsa kytkeytyvään lähtökohtaan seuraavalle luvulle: pystyliikenne on ulotettava kattotasolle asti, ja itse lentoalusta on rakennettava kokonaan uudeksi, olemassa olevan katon yläpuolelle. Seuraavassa luvussa näitä lähtökohtia tarkastellaan sääntely-ympäristön ja teknisen mitoituksen kautta, ja osoitetaan, miten sama korotettu rakenneratkaisu voi vastata samanaikaisesti sekä esterajoitteeseen että Suomen talviolosuhteiden vaatimuksiin.

Kuva 13: Tarkasteltavan rakennuksen vesikatto (Lupapiste, 2021)



Kuva 14: Vesikaton pohjapiirros (Lupapiste, 2021)

3 Sääntelykehys ja mitoitusperiaatteet

Luvussa 2 osoitettiin, että kohderakennuksen vesikatto ei sovellu vertiporttikäyttöön sellaisenaan: pystyliikenne ei ulotu katolle asti, ja katolla oleva talotekniikka estää suoran, puhtaan operatiivisen pinnan muodostamisen. Tässä luvussa käsitellään, minkä sääntely-kehyksen mukaan ratkaisu suunnitellaan, minkä kokoluokan ilma-aluksille alusta mitoitetaan, ja miten näistä lähtökohdista johdetaan käytännön tekninen ratkaisu, korotettu alusta olemassa olevan katon yläpuolella, joka vastaa samanaikaisesti sekä este-rajoitteeseen että Suomen talviolosuhteiden vaatimuksiin.

3.1 Sääntelyhierarkia: EASA, Traficom ja ICAO

Pitäjänmäen vertiportin suunnittelu perustuu sääntelyhierarkiaan, jossa ensisijaisena ohjeena toimii EASA:n Prototype Technical Design Specifications for Vertiports (PTS-VPT, 2022). PTS-VPT on toistaiseksi prototyyppisäännöstö eikä vielä sitovaa lainsäädäntöä, mutta se on Euroopan kattavin ja operatiivisesti selkein vertiporttisuunnittelun viiteasiakirja, johon eurooppalaiset kansalliset ilmailuviranomaiset tällä hetkellä nojautuvat. Se on siksi valittu tämän suunnitelman ensisijaiseksi mitoituslähtökohdaksi.

Suomessa ilmailun kansallinen valvontaviranomainen on Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, joka toimii EU:n perusasetuksen (EU) 2018/1139 sekä Suomen ilmailulain (864/2014) nojalla. EASA:n PTS-VPT toteaa kohdassa C.200(e), että vertiporttien niiden osien osalta, jotka jäävät perusasetuksen soveltamisalan ulkopuolelle, sovelletaan kansallisia lentopaikka- ja helikenttämääräyksiä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että Suomessa Traficom on luvittava viranomainen, ja sen helikenttiä koskevat kansalliset määräykset on huomioitava rinnan EASA:n PTS-VPT:n kanssa. Traficom noudattaa heliporttien osalta ICAO:n Annex 14 Volume II:ta (Heliports) sekä ICAO Doc 9261 -käsikirjaa (Heliport Manual), jotka muodostavat kansainvälisen taustaviitekehyksen myös vertiportti-suunnittelulle.

- EASA PTS-VPT (2022)
- Suomen ilmailulaki (864/2014) ja Traficom
- ICAO Annex 14 Volume II ja Doc 9261

Suunnittelu nojaa siis kolmitasoiseen hierarkiaan: EASA PTS-VPT ensisijaisena vertiporttien suunnittelustandardina, Suomen ilmailulaki ja Traficomin kansalliset määräykset soveltuvin osin, sekä ICAO:n Annex 14 Volume II ja Doc 9261 täydentävänä taustaviitekehyksenä. Koska vertiportteja koskeva sääntely on kansainvälisesti vielä kehitysvaiheessa, hankkeelle suositellaan varhaista viranomaisdialogia Traficomin kanssa, jotta kansallinen luvituspolku ja mahdolliset poikkeamat prototyyppistandardista saadaan selkeytettyä ennen rakentamisen suunnitteluvaihetta.

3.2 Suunnitteluperustekalusto ja Design D

EASA:n PTS-VPT-mitoitusjärjestelmässä keskeinen lähtöarvo on Design D, eli suunnitteluperustealuksen suurin ulottuvuus. Pitäjänmäen vertiportille on valittu kaksi referenssialusta: NUUVA V300 (autonominen rahtidrooni) ja Archer Midnight (hybridi-VTOL-ilma-alus). Näiden laitteiden suurimmat yhteiset mittaparametrit ovat seuraavat:

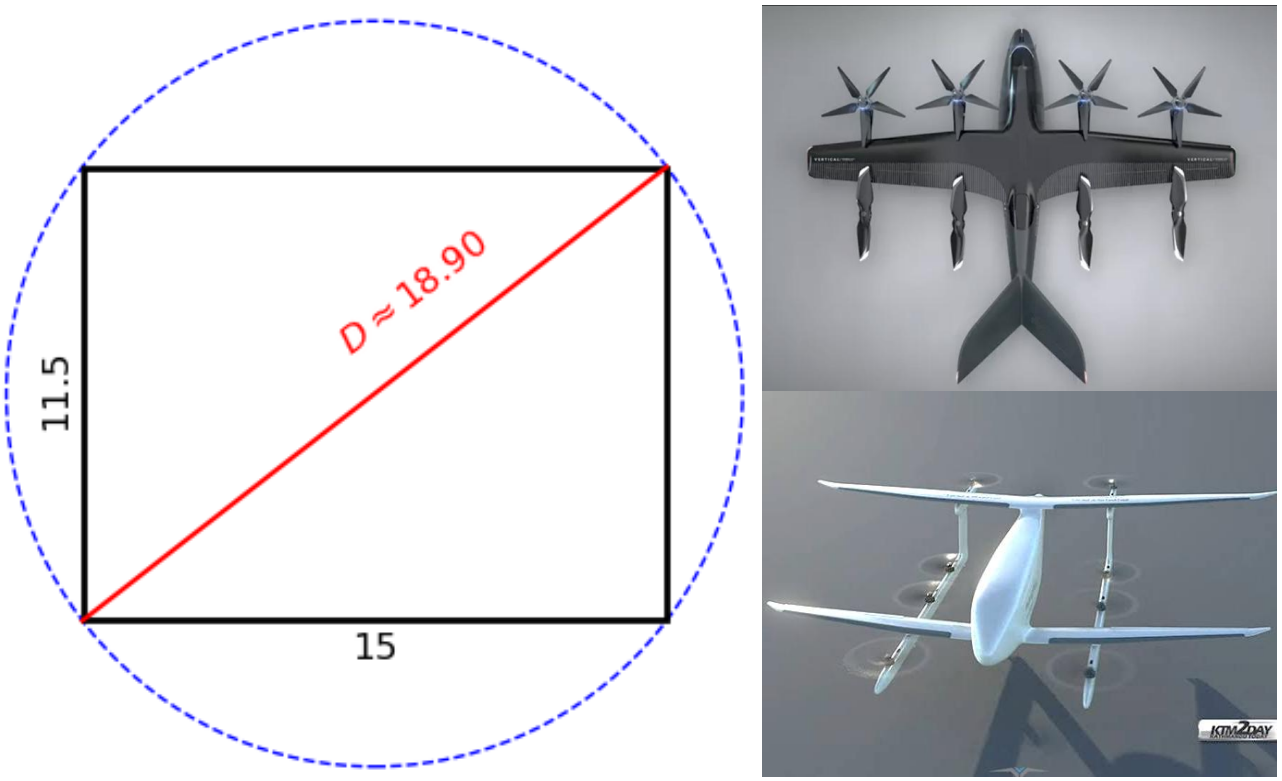
- Suurin siipien kärkiväli: 15 m *(Archer Midnight)*
- Suurin laitteen pituus: 11,5 m *(NUUVA V300)*
- Suurin lentoonlähtömassa (MTOW): 3 175 kg *(Archer Midnight)*

Suunnitteluperusteeksi valitaan siis ympärysmitta:

$$D = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$D = \sqrt{(15\ m)^2 + (11{,}5\ m)^2}$$

$$D \approx 18{,}9\ m$$



Kuva 15: Vertiportin mitoituksessa tarkastellut eVTOL-ilma-alukset: Midnight Archer ja Nuuva V300. (Vertical Aerospace, n.d.; Pipistrel, n.d.)

Koska kaluston mahdollinen muuttuminen tulevaisuudessa on huomioitava suunnittelussa, mitoitus tehdään niin, että lievä kasvuvara on mahdollinen ilman rakenteellisia muutostöitä. Suunnitteluperustealukseksi valitaan siis pyöristetty arvo:

$$\boldsymbol{Design\ D\ =\ 20\ m}$$

Kaikki EASA:n PTS-VPT:n mukaiset operatiivisten alueiden mitoitusarvot johdetaan tästä arvosta. Koko mitoitus rakentuu lisäksi EASA:n C.200(a):n vahvistamalle perusoletukselle, jonka mukaan yhdessä FATO:ssa on kerrallaan korkeintaan yksi VTOL-kykyinen ilma-alus. Mikäli tulevaisuudessa halutaan operoida useammalla FATO:lla samanaikaisesti, on C.200(c):n mukaan määritettävä riittävät turvaetäisyydet FATO-alueiden välille ottaen huomioon roottoripainevirrat, lento- ja laskeutumissuorituskyky sekä ilmatilavaatimukset. Tähän palataan alaluvun 3.5 lopussa.

3.3 Operatiiviset alueet: FATO, TLOF ja SA

Korotetun vertiportin mitoitus rakentuu kolmesta sisäkkäisestä alueesta, jotka kaikki johdetaan suoraan Design D:stä.

FATO (Final Approach and Take-Off Area) on alue, jonka sisällä lähestymisen loppuvaihe ja nousun alkuvaihe tapahtuvat. EASA:n C.210:n mukaan sen mitoitus tulee olla suurempi seuraavista: AFM:ssa määritetty arvo tai 1,5 x Design D. Koska Pitäjänmäen kalusto nousee pystysuoraan ilman kiitotietarvetta, mitoitus perustuu jälkimmäiseen:

$$FATO = 1{,}5 \cdot (Design\ D)$$

$$FATO = 1{,}5 \cdot 20\ m$$

$$\boldsymbol{FATO\text{–}alueen\ halkaisija = 30\ m}$$

Vertiportille valitaan pyöreä FATO, joka mahdollistaa lähestymisen 360 asteen sektorilta ilman suuntarajoituksia, mikä on erityisen tärkeää autonomisille laitteille, joiden lähestymissuunta voi vaihdella operatiivisten tarpeiden ja tuuliolosuhteiden mukaan. FATO:n enimmäiskaltevuus on C.210(e):n mukaan 2 prosenttia mihin tahansa suuntaan, ja C.210(f) edellyttää, että FATO sijoitetaan siten, että ympäristön vaikutukset, kuten turbulenssit, häiritsevät operaatioita mahdollisimman vähän. Pitäjänmäen rakennuskannan aiheuttamat tuulikanavoitumisilmiöt on siksi arvioitava virtausmallinnuksella suunnittelu-vaiheessa.

TLOF (Touchdown and Lift-Off Area) on FATO:n sisällä sijaitseva alue, johon laskutelineet varsinaisesti koskettavat pintaa. Korotetun vertiportin erityissäännös C.260(e) edellyttää tiukempaa mitoitusta kuin maanpinta-vertiporteilla (0,83 x D): TLOF:n on oltava vähintään yhden Design D:n kokoinen.

$$\boldsymbol{TLOF\text{–}alueen\ halkaisija = 20\ m}$$

TLOF sijoitetaan C.260(f):n mukaisesti FATO:n keskipisteeseen, jolloin FATO:n ja TLOF:n väliin jää 5 metrin levyinen rengas operatiivista liikkumavaraa lähestymisen ja nousun ajaksi. TLOF:n pintamateriaalilta vaaditaan C.260(c):n mukaan riittävää kantavuutta, epäsäännöllisyyksien puuttumista, riittävää kitkaa, kestävyyttä roottoripainevirtaa vastaan sekä tehokasta vedenpoistoa. Kun suurin sallittu MTOW on 3 175 kg ja rakenteellisessa mitoituksessa käytetään tyypillistä 1,5–2,5-kertaista dynaamista kuormakerrointa, TLOF:n kantavan rakenteen on kestettävä laskeutumishetken pistekuorma, joka voi nousta noin 5 000–7 500 kilogramman luokkaan.

Safety Area (SA) on FATO:ta ympäröivä esteetön alue, jonka tehtävä on kompensoida ohjausvirheitä haastavissa olosuhteissa. C.220(c):n mukaan SA:n on ulotuttava FATO:n reunasta ulospäin vähintään 3 metriä tai 0,25 x Design D, kumpi tahansa on suurempi:

$$SA = 0{,}25 \cdot (Design\ D)$$

$$SA = 0{,}25 \cdot 20\ m$$

$$\boldsymbol{SA = 5\ m}$$

Koska FATO on pyöreä (halkaisija 30 m), SA:n ulkohalkaisija on:

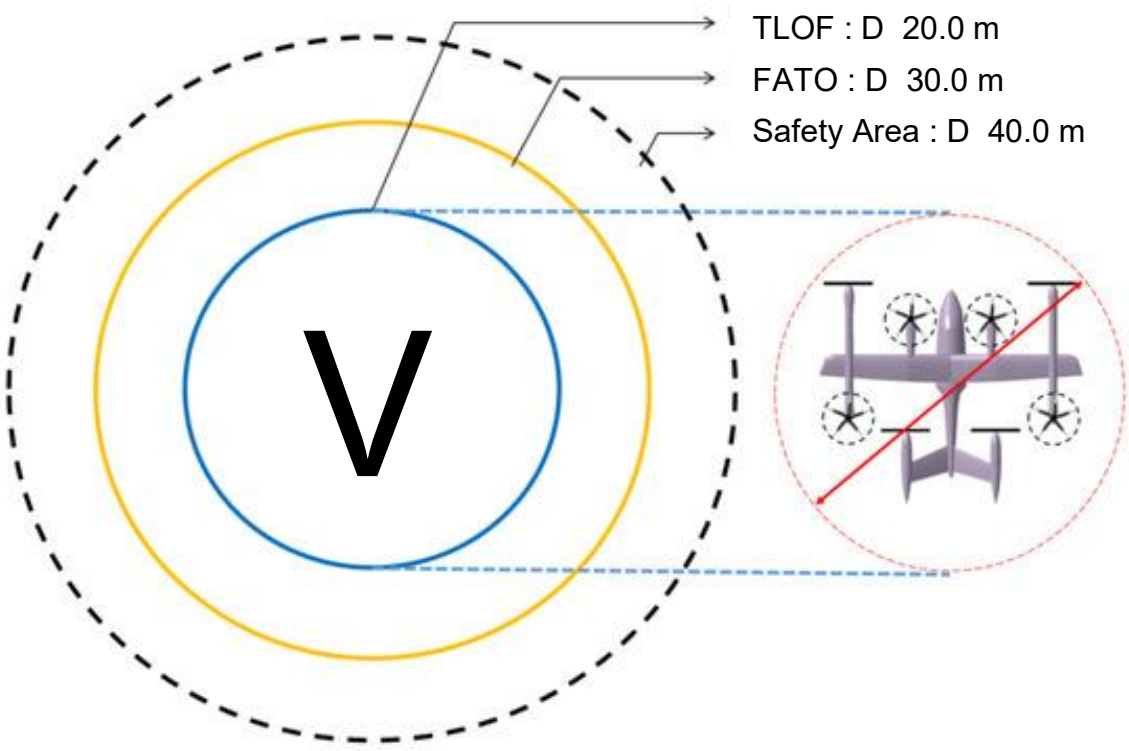
$$SA{:}\,n\ ulkohalkaisija\ = 30\ m\ + (2\ \cdot\ 5\ m)$$

$$\boldsymbol{SA{:}\,n\ ulkohalkaisija = 40{,}0\ m}$$

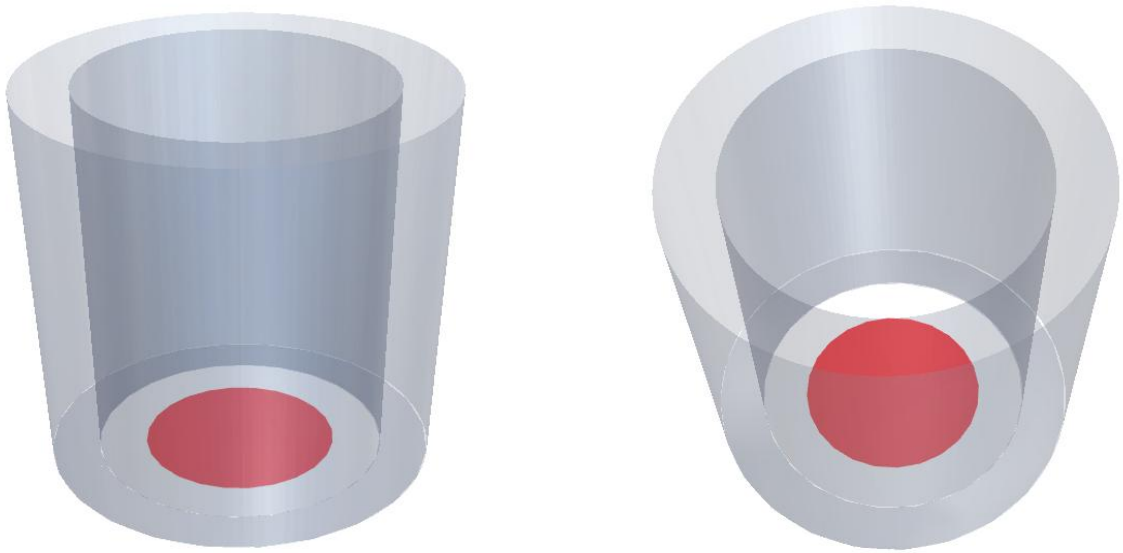
SA:n pinnan enimmäiskaltevuus on C.220(f):n mukaan 4 prosenttia nousevana FATO:n reunasta ulospäin, eikä SA:lla saa operaatioiden aikana olla yhtään liikkuvaa esinettä. Alla oleva taulukko kokoaa yhteen kaikkien kolmen alueen mitoitusarvot:

Alue	Muoto	Mitta (min)	Peruste
TLOF	Ympyrä	20,0 m (halkaisija)	EASA PTS-VPT C.260(e): 1 × D
FATO	Ympyrä	30,0 m (halkaisija)	EASA PTS-VPT C.210(c): 1,5 × D
SA (ulkoreuna)	Ympyrä	40,0 m (halkaisija)	EASA PTS-VPT C.220(c): FATO + 2 × 0,25 × D
FATO enimmäiskaltevuus	Kartio	2 %	EASA PTS-VPT C.210(e)
SA enimmäiskaltevuus	Kartio	4 %	EASA PTS-VPT C.220(f)

Alueet ovat sisäkkäisiä (encapsulation-periaate, C.200(b)): TLOF sijaitsee FATO:n sisällä sen keskilinjalla, ja FATO puolestaan SA:n sisällä, ilman että alueiden välille tarvitaan erillisiä taulukoituja etäisyysvaatimuksia.

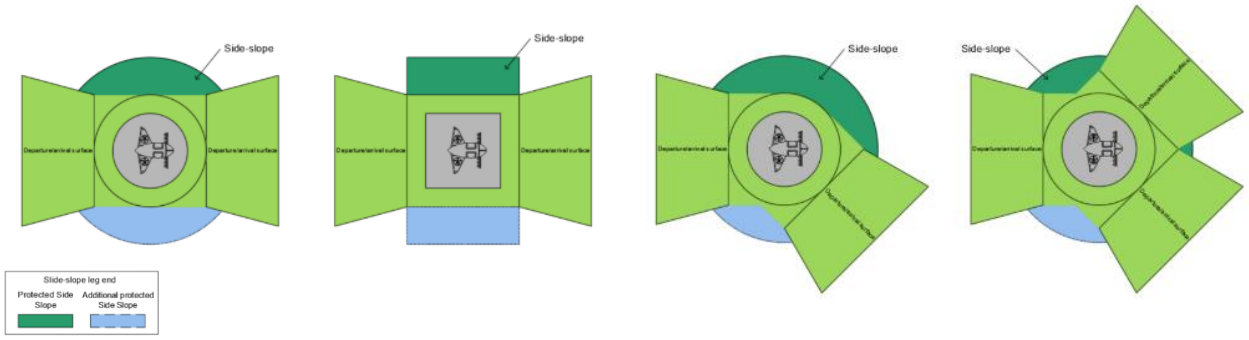


Kuva 16: Vertiportin TLOF-, FATO- ja SA-alueiden periaatteellinen mitoitus. Mukailtu lähteestä Ahn & Hwang (2022)



Kuva 17: TLOF-, FATO- ja SA-alueiden kolmiulotteinen havainnollistus

Näiden lisäksi C.240 edellyttää vähintään yhtä suojattua sivukaltevuutta (protected side slope), joka kohoaa 45 asteen kulmassa SA:n reunasta ulospäin ja ulottuu vaakasuunnassa 10 metrin päähän. Pitäjänmäen tapauksessa tämä tarkoittaa, että katolla olevia teknisiä rakenteita, kuten ilmastointikonehuoneita tai antennitorneja, ei voida sijoittaa lähemmäksi kuin 30 metriä FATO:n keskipisteestä ilman erillistä turvallisuusarviota. FATO:lla sijaitsevat välttämättömät laitteet, kuten reunavalaisimet, eivät saa C.210(d):n mukaan läpäistä FATO:n vaakatasoa enempää kuin 5 senttimetriä, ja SA:lla sijaitsevat laitteet eivät saa läpäistä pintaa, joka nousee FATO:n reunalta 25 senttimetrin korkeudesta 5 prosentin kaltevuudella (C.220(e)).



Kuva 18: FATO-alueen yksinkertainen ja kompleksinen suojaus sekä SA-alueen sivusuuntainen kaltevuus (EASA, 2022)

3.4 Korotetun alustan tekninen ratkaisu

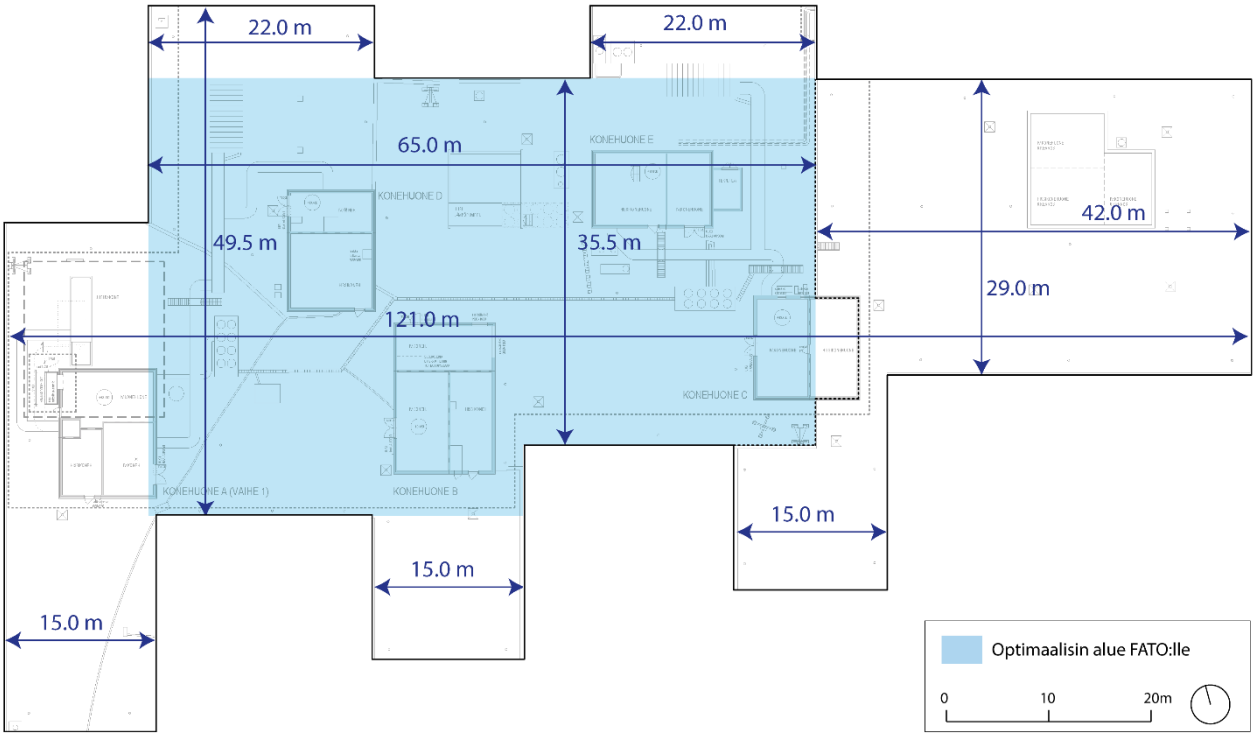
Luvussa 2 todettiin, että rakennuksen vesikatolla sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneita, poisto-ilmaputkia, jäähdytysyksiköitä ja savunpoistoluukkuja, jotka sijaitsevat noin metrin korkeudella kattopinnasta, konehuoneet jopa kolmeen metriin asti. Koska C.210(d) sallii FATO-tasolla korkeintaan 5 senttimetrin esteen, näitä laitteita ei voida jättää FATO-pinnan tasolle. Ratkaisu on korotettu alusta: teräsrunkoinen nostokoroke, joka rakennetaan olemassa olevan kattorakenteen yläpuolelle riittävälle korkeudelle niin, että kaikki nykyiset kattolaitteet jäävät korokkeen alle ja FATO-taso on täysin puhdas operatiivinen pinta.

Korotetun alustan vähimmäiskorkeus johdetaan seuraavasti: oletetaan korkein katto-laitetyyppi (2,5 m), lisätään 0,5 metrin huoltoväli laitteiden yläpinnan ja korokkeen alapinnan välille sekä 0,5–1,0 metrin rakenteen omakorkeus (palkisto ja profiloitu teräslevy). Tästä saadaan tukipilarin käytännöllinen vähimmäiskorkeus **3,5–4,0 metriä**. Matalampi toteutus on periaatteessa mahdollinen pienempien kattolaitteiden kohdalla, mutta noin 4,0 metriä on suositeltava yleisohje toimistorakennusmuunnoksissa.

Koska alusta on tällöin kaksinkertaisesti korotettu, sekä maan yläpuolella että lisäksi 3,5–4,0 metriä olemassa olevan katon yläpuolella, C.260(j):n edellyttämät turvaverkot tai -hyllyt ovat erityisen tärkeitä: putoaminen alustalta tarkoittaisi välitöntä pudotusta olemassa olevalle katolle, josta voi olla edelleen putoamisriski alaspäin. Turvaverkkojen kannakkeiden on C.260(k):n mukaan kestettävä koko rakennelman staattinen kuorma sekä vähintään 125 kilogramman pistekuorma, ja Pitäjänmäen talviolosuhteissa ne on mitoitettava myös Helsingin alueen laskennallisen lumikuorman (noin 2,0 kN/m²) mukaan.

Alustan kuormat välittyvät kattorakenteelle teräspilareita pitkin, jotka sijoitetaan ensisijaisesti rakennuksen olemassa olevan rakenteellisen ruudukon mukaan (toimistorakennuksissa tyypillisesti 5–8 metrin jännevälillä). Kokonaiskuorma koostuu teräsrunkorakenteen omapainosta (noin 1,5–2,5 kN/m²), ilma-aluksen suurimmasta lentoonlähtömassasta jaettuna laskutelineiden kesken, dynaamisesta iskukuormasta laskeutumishetkellä (kerroin 1,5–2,0), Helsingin lumikuormasta lisättynä 25 prosentin varmuuskertoimella erityis-rakenteille, sekä tuulikuormasta alustan sivupintoja vastaan. Olemassa olevaa toimisto-rakennuksen kattoa ei ole alun perin suunniteltu ilma-aluskuormille, joten kantavan rakenteen vahvistaminen on käytännössä välttämätöntä.

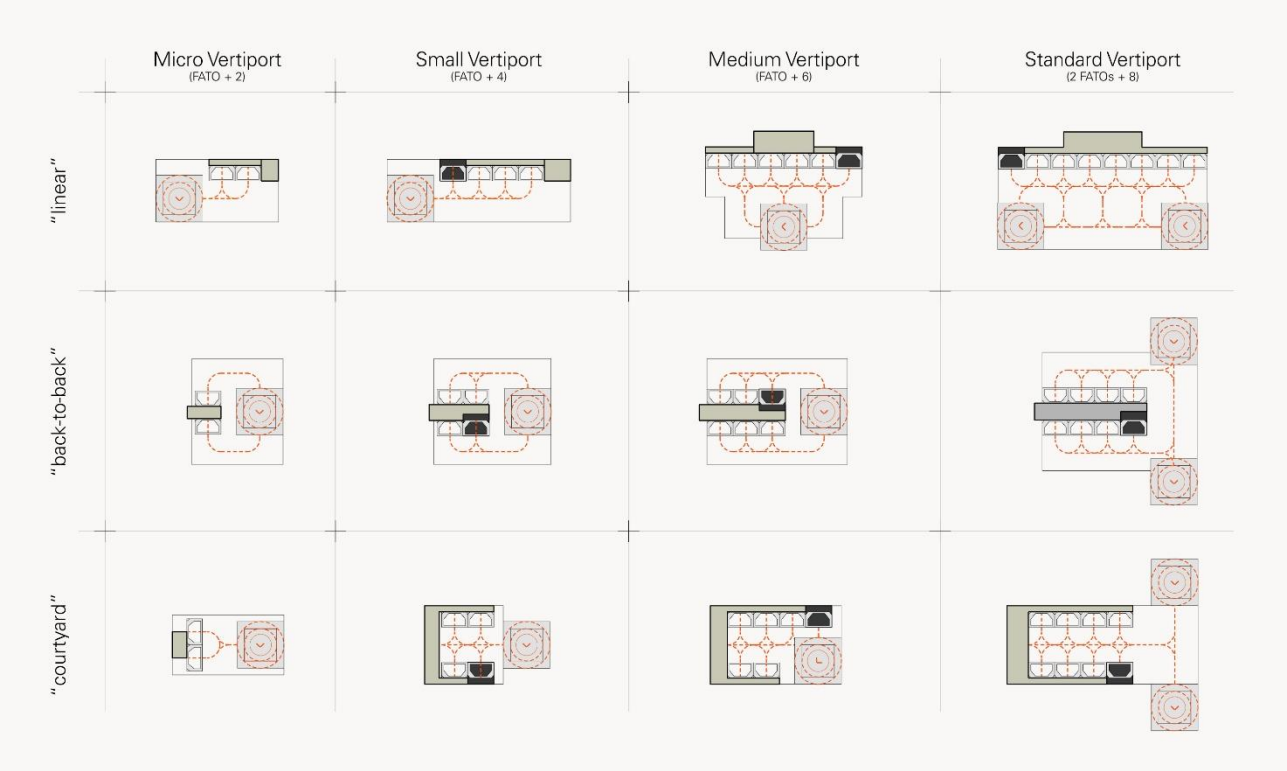
Alustan koon on katettava kaikki operatiiviset alueet, FATO, SA ja seisontapaikat, mutta sen alapuolella voidaan säilyttää olemassa oleva vesikatto normaalikäytössä (ilmanvaihto, huoltoyhteydet). Pitäjänmäen kohderakennuksen katto on epäsäännöllisen muotoinen. Sen todellinen käytettävissä oleva muoto ja pinta-ala riippuu siitä, mihin kohtaan kattoa nostetaan hissiyhteys, sillä hissikuilu tulee muodostamaan alustalle pysyvän esteen. Tätä kysymystä, ja sen vaikutusta käytettävissä olevaan asettelutypologiaan, käsitellään tarkemmin luvussa 4, kun rakennuksen kolme sisäistä toteutusvaihtoehtoa on ensin esitelty.



Kuva 19: Vesikaton pohjapiirros, mitoitus ja vertiportin FATO-alueen sijoittamiseen soveltuva alue korostettuna

3.5 Asettelutypologiat vertiportille

Vertiportin seisontapaikkojen ja FATO:n keskinäinen järjestely voidaan toteuttaa kolmella asettelutypologialla: lineaarinen, peräkkäinen (back-to-back) ja pihapiirimalli (courtyard). Pitäjänmäen vertiportille soveltuvat kokoluokat ovat micro tai small, eli yksi FATO ja 2–4 seisontapaikkaa. Kunkin typologian soveltuvuutta kohderakennukseen riippuu suoraan siitä, minkä muotoinen ja kokoinen vapaa kattotila kullekin toteutusvaihtoehdolle muodostuu hissiyhteyden sijoittelun myötä. Tähän palataan luvussa 4, kun rakennuksen kolme toteutusvaihtoehtoa on ensin esitelty. Tässä alaluvussa käydään läpi kolmen typologian yleiset ominaisuudet.



Kuva 20: Vertiporttien erilaisia typologioita (Lilium, 2020)

Lineaarinen asettelumalli sijoittaa FATO:n alustan toiseen päähän, ja seisontapaikat jatkuvat siitä yhtenä rivinä poispäin. Typologia toimii parhaiten pitkänomaisella, suhteellisen kapealla alustalla, jossa on selkeä pääsuunta toisesta päästä toiseen. Sen suurin etu on yksinkertainen, suoraviivainen dronereitti sekä hyvä laajennuspotentiaali: uusia seisontapaikkoja voidaan lisätä rivin jatkeeksi ilman, että FATO:n tai olemassa olevien seisontapaikkojen sijaintia tarvitsee muuttaa. Heikkoutena on se, että kapealla alustalla SA saattaa ulottua alustan reunojen ulkopuolelle avoimeen ilmatilaan, mikä on EASA:n mukaan hyväksyttävää mutta edellyttää erillistä turvallisuusarviointia.

Peräkkäinen asettelumalli (back-to-back) sijoittaa seisontapaikat molemmin puolin yhteistä keskilinjaa, joka johtaa FATO:lle. Typologia toimii parhaiten kompaktilla, suhteellisen leveällä alustalla, jonka reunat riittävät kattamaan koko SA:n kiinteänä rakenteen sisällä ilman erillistä turvallisuusarviointia. Etuna on tiivis, hallittu kokonaisuus ja lyhyet kulkuetäisyydet FATO:lta seisontapaikoille; heikkoutena on se, että kapasiteetin kasvattaminen vaatii tyypillisesti enemmän muutostöitä kuin lineaarisessa mallissa.

Pihapiirimalli (courtyard) muodostaa seisontapaikoista U- tai L-muodon FATO:n ympärille. Se vaatii käytännössä neliömäisemmän alustan kuin kapea, pitkänomainen alue tarjoaa, ja on micro-kokoluokassa geometrisesti lähes identtinen back-to-back-layoutin kanssa; ero korostuu vasta suuremmissa kokoluokissa. Etuna on arkkitehtonisesti eheä, mahdollisesti osittain katettava kokonaisuus, joka soveltuisi hyvin tulevaisuuden matkustajaterminaalille; heikkoutena laajentaminen on hankalampaa kuin lineaarisessa ja peräkkäisessä mallissa.

Samaa kasvuvaraperiaatetta kannattaa soveltaa myös useamman FATO:n tulevaisuudennäkymään, riippumatta siitä, mikä typologia lopulta valitaan. Yksittäinen FATO SA:n ulkoreunaan asti vaatii 40 metrin halkaisijan; kahden vierekkäisen FATO:n välinen etäisyys ratkaistaan aikanaan erillisellä operatiivisella arviolla, mutta alustava suunnitteluolettama noin 5–10 metrin lisäpuskurista FATO-alueiden reunojen välille antaa toiselle FATO:lle kokonaisjänteen noin 65–70 metriä. Kattorakenne kannattaa siksi suunnitella alusta alkaen niin, että myöhempi laajennus lisä-FATO:lla pysyy mahdollisena, vaikka ensimmäinen toteutusvaihe rakennettaisiinkin yhden FATO:n ratkaisuna.

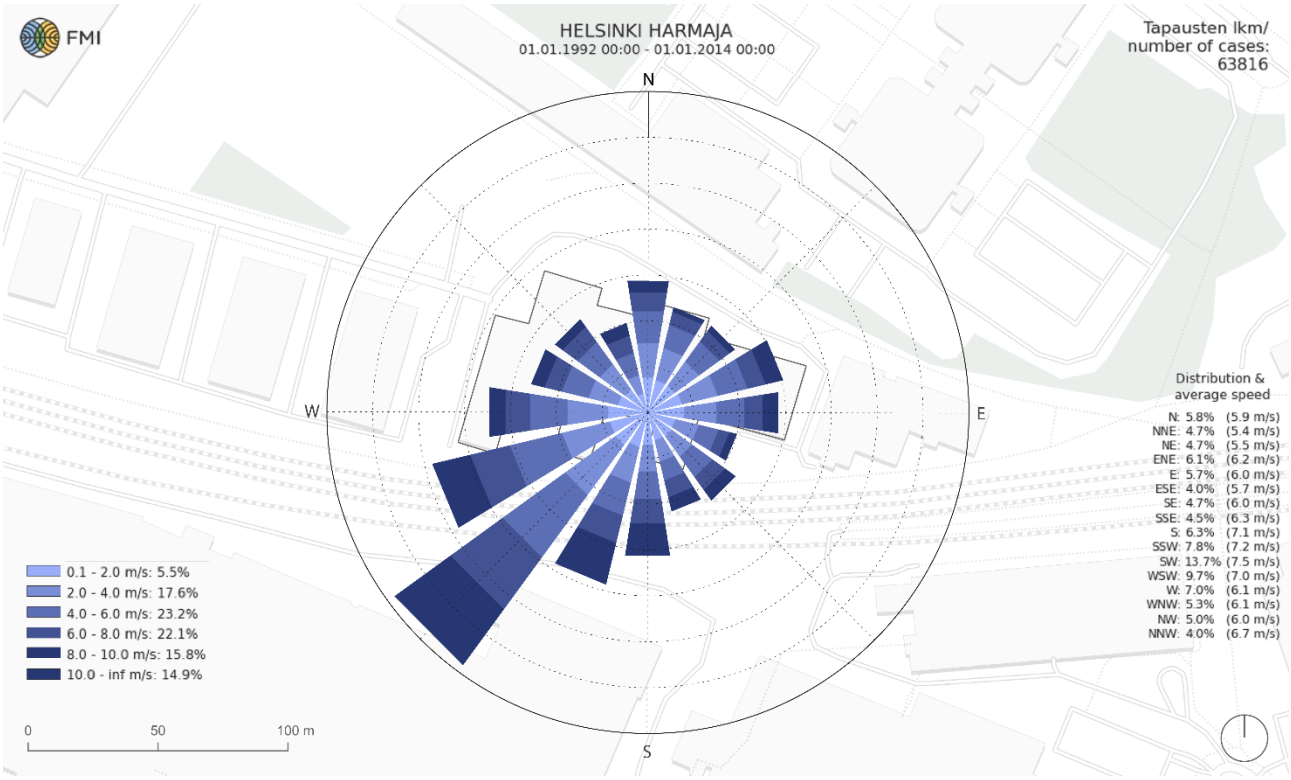
3.6 Suomen erityisvaatimukset: lumi, jää ja tuuli

EASA:n PTS-VPT ei toistaiseksi sisällä erillistä talviolosuhteiden lisäohjausta, mutta ICAO Doc 9261 huomioi kylmien olosuhteiden erityishaasteet, ja Traficom edellyttää Suomessa talviolosuhteet huomioivaa operatiivista suunnitelmaa osana lentopaikkalupaa. Pitäjänmäen vertiportille välttämättömät talvitoimenpiteet kietoutuvat kolmen teeman ympärille.

Lumenpoisto: lumi on poistettava TLOF:lta, FATO:lta ja SA:lta ennen jokaista operointi-ikkunaa, eikä lumenpoistoa saa tehdä roottorivirtauksen vaikutusalueella samanaikaisesti operaatioiden kanssa. Koska lumenpoistolaitteet eivät essential objects -säännön mukaan saa ylittää 5 senttimetrin korkeusrajaa FATO:n pinnasta, käytännössä ratkaisu on matalien mekaanisten harjojen tai lämpölattiajärjestelmän käyttö.

Jäänpoisto: TLOF:n ja FATO:n pintamateriaalit on valittava kestämään toistuvaa sulatusainekäsittelyä ilman pinnan vaurioitumista. Sähköinen lämpölattia on suositeltavin ratkaisu aktiiviseen jäänpoistoon, koska se ei vaadi mekaanista käsittelyä eikä kemikaalikuormitusta. Tämän vaihtoehdon kannalta sähkökapasiteetti on huomioitava vertiportin kokonaissähkösuunnittelussa jo varhaisessa vaiheessa. Tämä ratkaisu kytkeytyy suoraan luvun 3.4 korotettuun alustaan: sama rakenne, joka ratkaisee esterajoitteen, toimii samalla lämmitettävänä pintana, joka pitää alustan käyttökunnossa Suomen talvessa.

Tuuli: Pitäjänmäen alue sijaitsee lähellä Suomenlahden rannikkoa, missä talviset tuulet voivat olla voimakkaita ja suunnaltaan vaihtelevia. Tämä on huomioitava sekä FATO:n sijoituksessa että downwash-suoja-alueen mitoituksessa, ja tuulivirtausten paikkakohtainen mallintaminen on suositeltavaa tehdä ennen rakentamisen suunnittelu-vaihetta. Roottoripaineen (downwash) vaikutukset on arvioitava 2 x Design D:n säteisellä alueella laskeutumispisteestä, eli 80 metrin halkaisijaisella alueella, ja korotetulla vertiportilla downwash-suoja-alue voi tarvita laajentamista myös FATO-tason alapuolelle, rakennuksen sivupinnoille ja alapuolisille alueille: rakennuksen julkisivu ja lähiympäristö on siksi arvioitava virtausmallinnuksella, jotta downwash ei aiheuta vaaraa alapuoliselle kadulle tai sivu-seinustoilla työskenteleville. Talvisin roottoripainevirta voi lisäksi nostaa katolta irtolunta ja aiheuttaa näkyvyyshaittaa alapuolisille alueille, minkä vuoksi lumenpoistoprotokolla on sisällytettävä osaksi turvallisuusjohtamisjärjestelmää (Safety Management System).



Kuva 21: Helsingin vallitsevat tuulensuunnat tuuliruusun avulla esitettynä. (Mukailtu lähteestä: Ilmatieteen laitos, n.d.)

Muut vaatimukset: EASA:n vedenpoistovaatimus TLOF:lla saa Suomessa oman erityis-piirteensä: nopeasti sulavat lumisateet voivat aiheuttaa hetkellisiä vesikuormia, joten veden-poistojärjestelmä on mitoitettava Helsingin alueen sadanta-arvojen ja äkillisten sulamis-virtaamien mukaan. Myös merkintä- ja valaistusjärjestelmä on suunniteltava talviolosuhteet huomioiden: koska Helsingissä on vuosittain useita viikkoja lumipeitettä, TLOF:n ja FATO:n reunamerkintöjen on säilyttävä havaittavina joko kolmiulotteisen kohouman avulla tai riittävän tehokkaan valaistuksen kautta, joka toimii sekä päivä- että yöolosuhteissa lumisateessa ja sumussa.

Näiden lähtökohtien, sääntelykehyksen, mitoitusarvojen, korotetun alustan ja Suomen talviolosuhteiden, pohjalta luvussa 4 siirrytään tarkastelemaan, miten nämä periaatteet sovelletaan konkreettisesti kohderakennuksen kolmeen sisäiseen toteutusvaihtoehtoon.

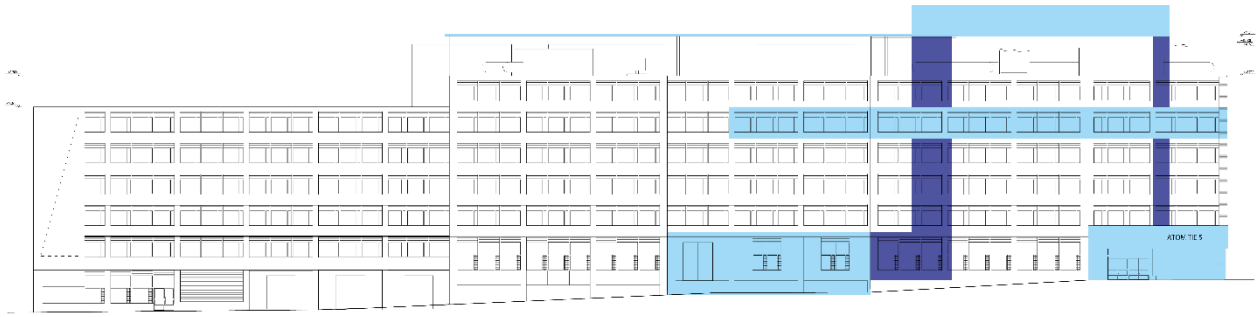
4 Suunnitteluvaihtoehdot

Luvussa 3 määriteltiin, minkä sääntelykehyksen ja mitoitusperiaatteiden mukaan vertiportti suunnitellaan, ja todettiin, että ratkaisu edellyttää korotettua alustaa olemassa olevan katon yläpuolella. Tässä luvussa nämä periaatteet sovelletaan konkreettisesti kohde-rakennukseen. Luvun 2 tila-analyysissä tunnistetut kaksi vahvinta terminaalikandidaattia, kerroksen 4 itäinen osa (n. 1 721 m²) ja kerroksen 5 läntinen osa (n. 1 419 m²), yhdistetään sisäänkäyntien, lastausalueiden ja hissiryhmien kanssa kolmeksi toisistaan poikkeavaksi toteutus-vaihtoehdoksi. Luku päättyy vertailuun ja sisätilojen toteutusperiaatteisiin.

4.1 Kolme toteutusvaihtoehtoa

Rakennuksen kaksi pystysuuntaista hissiryhmää, läntinen (osa 1) ja itäinen (osa 3), muodostavat kumpikin oman, toisistaan riippumattoman kokonaisuuden sisäänkäynniltä aina vesikatolle asti. Kun tämä yhdistetään luvun 2 tila-analyysin tuloksiin, rakennukseen muodostuu kolme luonnollista toteutuslogiikkaa.

Vaihtoehto 1 hyödyntää rakennuksen läntistä järjestelmää kokonaisuudessaan. Sekä alkuvaiheen rahtiliikenne että myöhempi matkustajaliikenne kulkevat saman pääsisään-käynnin (osa 1.1) ja saman hissiryhmän kautta, ja terminaali sijoittuu kerroksen 5 noin 1 419 neliömetrin tilaan. Rahti lastataan pääosin osan 1.2 lastausalueen kautta, jonka vieressä on noin 460 neliömetrin tuotanto- ja varastotila (hyötykuorma 1 500 kg).



Kuva 22: Vaihtoehto 1: rakennuksen poikkileikkaus, tilajärjestelyt ja hissiyhteydet

Vaihtoehto 2 keskittää sekä rahti- että matkustajaliikenteen rakennuksen itäiseen osaan. Matkustajaliikenne käyttää tällöin rakennuksen eteläistä sisäänkäyntiä, ja terminaali sijoittuu kerroksen 4 suurempaan, noin 1 721 neliömetrin tilaan. Rahti kulkee 0.3-lastausalueen kautta, jonka vieressä on noin 800 neliömetrin teollisuustila (hyötykuorma 2 000 kg).

Kuva 23: Vaihtoehto 2: rakennuksen poikkileikkaus, tilajärjestelyt ja hissiyhteydet

Vaihtoehto 3 jakaa toiminnot rakennuksen molempiin osiin: rahtilogistiikka sijoitetaan itäosaan ja matkustajaterminaali länsiosaan, jolloin käytössä on molempien tilojen yhteenlaskettu pinta-ala, noin 3 140 neliömetriä. Tämä on käytännössä vaiheistettu malli, jossa rahtitoiminta voidaan käynnistää itäosassa ensin ja matkustajaliikenne lisätä myöhemmin länsiosaan, ilman että kumpikaan toiminto joutuu odottamaan toista.

Kuva 24: Vaihtoehto 3: rakennuksen poikkileikkaus, tilajärjestelyt ja hissiyhteydet

Kaikissa kolmessa vaihtoehdossa rakennuksen kuudennen kerroksen vapaita tiloja voidaan lisäksi hyödyntää henkilöstö-, huolto- tai teknisinä tiloina, jotka palvelevat suoraan yläpuolelle sijoittuvaa lentotoimintaa.

4.2 Hissien ulottaminen kattotasolle

Riippumatta siitä, mikä kolmesta vaihtoehdosta valitaan, sama rakenteellinen rajoite koskee niitä kaikkia: yksikään nykyinen hissi ei ulotu vesikatolle asti. Henkilöhissit päättyvät kuudenteen kerrokseen ja tavarahissit joko viidenteen tai kuudenteen kerrokseen, joten esteetöntä yhteyttä tulevalle lentoalustatasolle ei tällä hetkellä ole. Jotta sekä liikuntarajoitteiset matkustajat että lavarahti pääsevät esteettömästi alustalle, vähintään yksi henkilöhissi ja yksi tavarahissi on jatkettava suoraan lentoalustalle asti kaikissa kolmessa vaihtoehdossa.

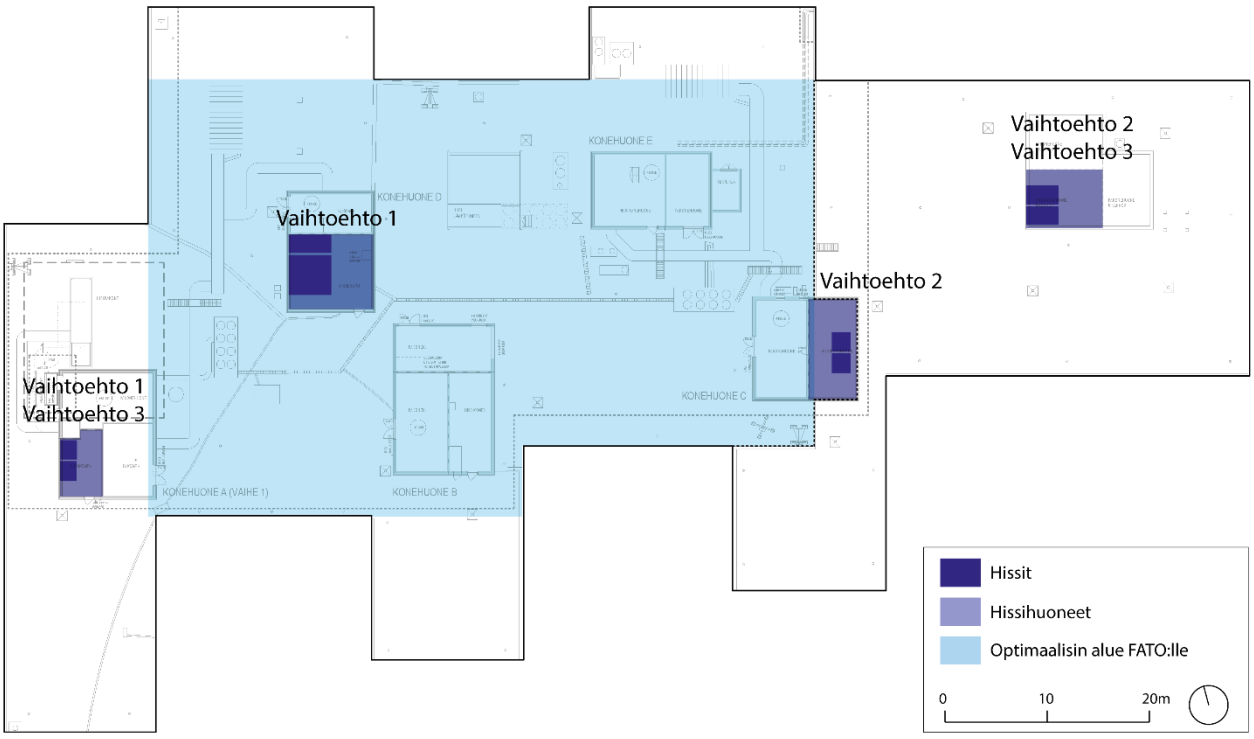
Tämä jatkaminen ei ole pelkkä tekninen yksityiskohta, vaan se on koko hankkeen kannalta ratkaisevin yksittäinen suunnittelumuuttuja. Jatkettu hissikuilu ja sen konehuone muodostavat pysyvän, siirtämättömän esteen keskelle muutoin vapaata kattopintaa, ja tämän esteen sijainti määrää, kuinka suuri yhtenäinen FATO- ja SA-alue kattotasolle voidaan muodostaa. Käytännössä hissien sijainnin perusteella kattotason kulku voidaan järjestää kolmella tavalla, joista jokainen vastaa yhtä edellä esitettyä toteutusvaihtoehtoa:

Vaihtoehto 1: jatketaan osan 1 henkilö- ja tavarahissiä.

Vaihtoehto 2: jatketaan osan 3 henkilö- ja tavarahissiä.

Vaihtoehto 3: jatketaan osan 1 henkilöhissiä ja osan 3 tavarahissiä, jolloin kattotasolle muodostuu kaksi erillistä pystyliikenneyhteyttä.

Koska lopullinen ratkaisu riippuu vielä rakennesuunnittelusta ja vertiportin tarkasta asemoinnista, kaikkia kolmea vaihtoehtoa voidaan tässä vaiheessa pitää teknisesti toteuttamiskelpoisina.

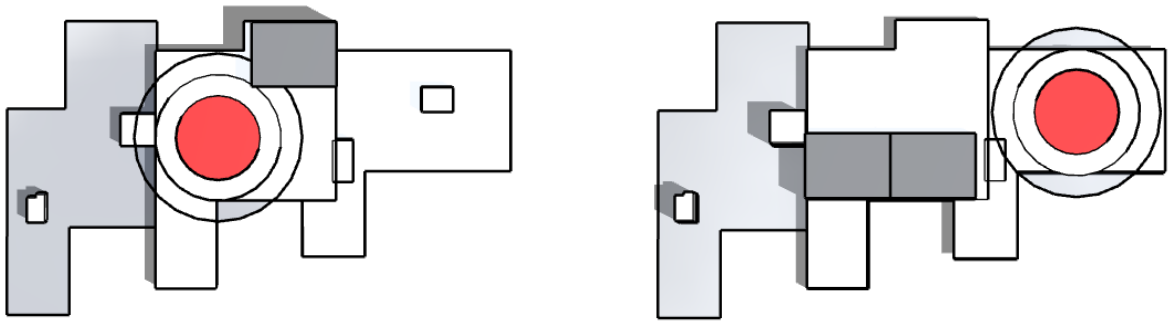


Kuva 25: Vesikaton pohjapiirros, mitoitus ja FATO-alueen optimaalinen sijoitus suhteessa hissien sijainteihin ja hissihuoneisiin

4.3 Kattotason suunnitelma vaihtoehdoittain

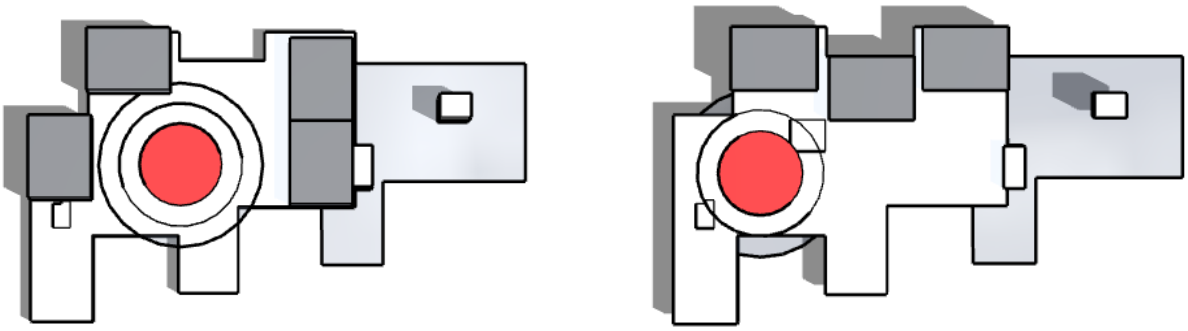
Kunkin vaihtoehdon hissiyhteys määrittää, mihin kohtaan kattopintaa terminaalirakenne osuu, kuinka suuri yhtenäinen kattoala jää käytettäväksi, ja mikä luvussa 3.5 esitellyistä layout-typologioista, lineaarinen, peräkkäinen (back-to-back) tai pihapiiri (courtyard), sopii kuhunkin tilanteeseen parhaiten.

Vaihtoehto 1: Läntisen hissiyhteyden käyttäessä kattoalustan mahdollinen enimmäislaajuus on noin 3 450 neliömetriä. Alue jakautuu kuitenkin kahteen eri korkeustasoon: osa siitä on jo lähempänä tulevaa lentoalustatasoa ja vaatisi vain yhden kerroksen korotuksen, kun taas loppuosa vaatisi kaksi. Käytännössä helpommin ja edullisemmin toteutettava kokonaisuus rajautuu siis noin 1 980 neliömetriin, mutta näin alueelle mahtuisi FATO:n lisäksi vain yksi seisontapaikka. Lineaarinen layout on luonteva ratkaisu, mutta kahden seisontapaikan ja FATO:n mahduttaminen edellyttää koko 3 450 neliömetrin alueen rakentamista.



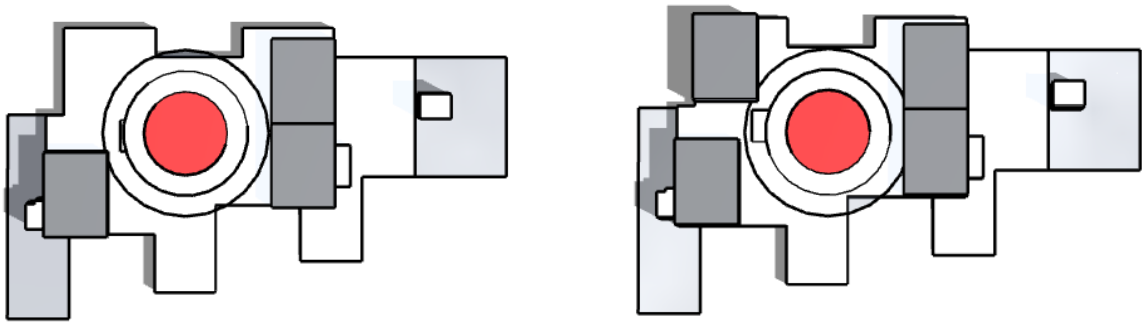
Kuva 26: Vaihtoehto 1: FATO-alueen ja eVTOL-ilma-alusten seisontapaikkojen sijoittelu

Vaihtoehto 2: Itäisen hissiyhteyden käyttäessä vapaa kattoala on noin 3 750 neliömetriä yhtenäisenä, yksitasoisena kokonaisuutena, mikä tekee siitä ainoan vaihtoehdon ilman kahteen korkeustasoon jakautuvaa rakennetta. Tämän osan epäsäännöllinen muoto tekee kuitenkin tilan hyödyntämisestä geometrisesti vaativampaa. Toimivin ratkaisu on pihapiirimalli (courtyard) kahdella seisontapaikalla ja yhdellä FATO:lla. Muodon puolesta alueelle olisi periaatteessa mahdollista sijoittaa jopa neljä seisontapaikkaa, mutta ratkaisu ei tällöin olisi enää optimaalinen. Tosiena vaihtoehtona voitaisiin harkita myös lineaarista asetelmaa kolmella peräkkäisellä seisontapaikalla, mutta tämäkin on rakenteellisesti monimutkaisempi ratkaisu kuin kahden paikan pihapiiriratkaisu ja vaatisi tarkempaa jatkoanalyysiä ennen kuin sitä voidaan pitää edes toteuttamiskelpoisena.



Kuva 27: Vaihtoehto 2: FATO-alueen ja eVTOL-ilma-alusten seisontapaikkojen sijoittelu

Vaihtoehto 3: Kun molemmat hissiyhteydet ovat käytössä, kattoalustan enimmäislaajuus nousee noin 4 000 neliömetriin. Samasta syystä kuin vaihtoehdossa 1, myös tämä alue jakautuu osittain kahteen korkeustasoon, ja helpommin toteutettava osuus on noin 3 200 neliömetriä, suurin kolmesta vaihtoehdosta. Koska kulkuyhteyksiä katolle on kaksi, molemmilla puolilla rakennusta, pihapiirimalli voidaan toteuttaa molemmilta puolilta yhtä aikaa: FATO sijoittuu keskelle, ja sen ympärille voidaan järjestää kolme tai sjopa neljä seisontapaikkaa. Tämä mahdollistaa myös selkeän vaiheistuksen: toiminta voidaan käynnistää yhdellä rahtipaikalla, laajentaa toiseen rahtipaikkaan ja lisätä sen jälkeen ensimmäinen matkustajapaikka rakennuksen toiselle puolelle, tarvittaessa myöhemmin vielä toinenkin matkustajadroonipaikka.



Kuva 28: Vaihtoehto 3: FATO-alueen ja eVTOL-ilma-alusten seisontapaikkojen sijoittelu

Kattotason tarkastelu nostaa vaihtoehto 3:n muita vahvemmaksi kandidaatiksi: sillä on kolmesta vaihtoehdosta sekä suurin helpommin toteutettava kattoala että ainoa asetelma, joka tukee luontevaa, vaiheittaista kasvua yhdestä seisontapaikasta useampaan ilman, että FATO:n tai olemassa olevien seisontapaikkojen sijaintia tarvitsee myöhemmin muuttaa. Tätä havaintoa punnitaan seuraavassa alaluvussa yhdessä sisäänkäyntiin ja logistiikkaan liittyvien tekijöiden kanssa.

4.4 Vertailu ja suositus

Tekijä	Vaihtoehto 1 (osa 1)	Vaihtoehto 2 (osa 3)	Vaihtoehto 3 (osa 1 ja osa 3)
Sisäänkäynti	Pääsisäänkäynti (osa 1.1, länsi)	Takasisäänkäynti (osa 3, itä)	Pääsisäänkäynti (osa 1.1, länsi)
Etäisyys Valimon seisakkeelle	~300 m	~250 m	~300 m
Lastausalue	Osa 1.2	Osa 0.3	Osa 0.3
Viereinen logistiikkatila	460 m² (PL 1 500 kg)	800 m² (PL 2 000 kg)	800 m² (PL 2 000 kg)
Terminaalin pinta-ala	~1 419 m² (kerros 5)	~1 721 m² (kerros 4)	~3 140 m² (kerrokset 4 ja 5)
Hissiyhteys katolle	Hissiryhmä 1	Hissiryhmä 3	Hissiryhmät 1 ja 3
Kattoalustan enimmäistila	3 450 m²	3 750 m²	4 000 m²
Toteutettava kattoala	1 980 m² (kaksi tasoa)	3 750 m² (yksi taso)	3 200 m² (yksi taso)
Suositeltava asettelu	Lineaarinen, 2 paikkaa + FATO	Courtyard, 2 paikkaa + FATO	Courtyard, 4 paikkaa + FATO

Vaihtoehto 1 tukeutuu rakennuksen valmiiseen pääaulaan, selkeään matkustajareittiin ja rakennuksen suurikapasiteettisimpiin tavarahisseihin, mutta tarjoaa vaihtoehdoista pienimmän terminaalin sisätilan ja sisäänkäynti on marginaalisesti kauempana Valimon asemasta. Kattotasolla sen suurin haaste on rakenteellinen: kahden seisontapaikan ja FATO:n saavuttaminen edellyttää koko 3 450 neliömetrin, kahteen korkeustasoon jakautuvan alueen rakentamista, eikä pelkkä helpommin toteutettava 1 980 neliömetrin osa riitä tavoiteltuun kapasiteettiin. Jos tarkoituksena on käyttää vain yhtä seisontapaikkaa eikä ole tarkoitusta skaalata enempää, tämä voisi olla paras vaihtoehto, muuten tämä ei sovi.

Vaihtoehto 2 tarjoaa lyhyimmän kävelymatkan asemalta mutta aluatilaa ei tällä hetkellä ole lainkaan. Tämä viahtoehto tarjoaa myös suuremman sisätilan, ja sen kattoalusta ei vaadi kahteen korkeustasoon jakautuvaa rakennetta: koko 3 750 neliömetriä on toteutettavissa yhtenä, yksitasoisena kokonaisuutena. Silti, rakennuksen epäsäännöllinen muoto rajoittaa kuitenkin toimivaksi ratkaisuksi käytännössä vain kahden seisontapaikan pihapiirimallin. Suurempi ratkaisu vaatisi kompleksipaa suunnittelua, mutta se ei näytä kannattavalta. Tämä vaihtoehto sopii jos kaksi seisontapaikkaa rittää maksimikapasiteetiksi ja erityisesti jos terminaalia halutaan käyttää pelkästään rahtitoimintaa varten.

Vaihtoehto 3 yhdistää molempien puolien resurssit: sen kattoalustan enimmäislaajuus on suuri ja muodoltaan käytettävä. Koska kulkuyhteyksiä katolle on molemmilla puolilla rakennusta, ratkaisu tukee pihapiirimallia molemmilta puolilta FATO:a kohti. Tämä mahdollistaa selkeän vaiheistuksen yhdestä rahtipaikasta useampaan rahti- ja matkustaja-paikkaan ilman, että alkuperäistä asemointia tarvitsee myöhemmin muuttaa. Vaihtoehto 3 vaatii kuitenkin kahden erillisen pystyliikennejärjestelmän ja hallintorakenteen ylläpitämistä, mikä voi nostaa sen toteutuksen monimutkaisuutta ja kustannuksia verrattuna kahteen muuhun vaihtoehtoon.

Kattotason suunnittelun näkökulmasta vaihtoehto 3 nousee näistä kolmesta vaihtoehdosta konseptuaalisesti vahvimmaksi: sillä on suurin helpommin toteutettava kattoala, ainoa luontevasti molemminpuolinen pihapiirijärjestely ja selkein vaiheittainen kasvupolku yhdestä rahtipaikasta täyteen kapasiteettiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että muut vaihtoehdot olisivat toteuttamiskelvottomia: valinta riippuu viime kädessä siitä, painotetaanko nopeinta mutta yksinkertaisinta käyttöönottoa olemassa olevaa infrastruktuuria hyödyntäen (vaihtoehto 1), rakenteellisesti kätevintä kattoratkaisua rahtiliikenteelle (vaihtoehto 2) vai parasta pitkän aikavälin kasvupotentiaalia ja toimintojen erottelua (vaihtoehto 3). Tässä vaiheessa hankkeen tavoitteena ei ole valita lopullista ratkaisua, vaan osoittaa, että kaikki kolme suuntaa ovat rakenteellisesti toteuttamiskelpoisia, ja tarjota päätöksentekijöille selkeä, kattotason analyysiin nojaava peruste jatkokehitykselle.

4.5 Sisätilojen toteutus valitun ratkaisun mukaan

Kunkin vaihtoehdon sisäinen kulkujärjestely seuraa suoraan sen sisäänkäynti- ja hissi-valinnasta. Vaihtoehdossa 1 matkustajareitti alkaa rakennuksen pääsisäänkäynnistä, josta matkustajat siirtyvät suoraan osan 1 henkilöhisseillä terminaalikerrokseen 5. Rahtiliikenne johdetaan samanaikaisesti osan 1.2 lastausalueelta tavarahisseillä samaan kerrokseen, jolloin matkustaja- ja rahtiliikenne käyttävät samaa hissiryhmää mutta pysyvät toiminnallisesti erillään.

Kuva 29: Vaihtoehto 1: vertiportin sisäänkäynti ja sisätilojen konseptuaalinen havainnollistus. (Osa kuvasta luotu tekoälyllä: OpenAI, 2026.)

Vaihtoehdossa 2 henkilökulku järjestetään rakennuksen eteläpuolella sijaitsevan osan 3 sisäänkäynnin kautta, ja matkustajat käyttävät osan 3 henkilöhissejä terminaalikerrokseen 4. Rahti tuodaan kellarikerrokseen 0.3 ja tai nostetaan osan 3 tavarahissejä pitkin kerroksen 4 tilaan. Tämä ratkaisu edellyttää kuitenkin uuden pääsisäänkäynnin muodostamista, sillä nykyistä pääaulaa ei voida käyttää tässä vaihtoehdossa.

Kuva 30: Vaihtoehto 2: vertiportin sisäänkäynti ja sisätilojen konseptuaalinen havainnollistus. (Osa kuvasta luotu tekoälyllä: OpenAI, 2026.)

Vaihtoehdossa 3 molemmat sisäiset järjestelmät toimivat rinnakkain: läntinen reitti palvelee matkustajaterminaalia kerroksessa 5 ja itäinen reittiä rahtiterminaalia kerroksessa 4, kumpikin omalla sisäänkäynnillään, hissiryhmällään ja lastausalueellaan. Tämä mahdollistaa toimintojen täydellisen erottamisen, mutta tarkoittaa käytännössä kahden rinnakkaisen sisäisen logistiikkajärjestelmän suunnittelua ja ylläpitoa.

Kuva 31: Vaihtoehto 3: vertiportin sisäänkäynnit ja sisätilojen konseptuaalinen havainnollistus. (Osa kuvasta luotu tekoälyllä: OpenAI, 2026.)

Kaikissa kolmessa vaihtoehdossa rakennuksen kuudennen kerroksen vapaat tilat voivat toimia luontevana tukikerroksena aivan lentoalustan alapuolella: niihin voidaan sijoittaa esimerkiksi vertiportin operatiivista henkilöstöä, teknistä huoltoa tai turvallisuusjärjestelmien laitetiloja, jotka hyötyvät lyhyestä etäisyydestä katolle jatkettuun hissiyhteyteen. Seuraavassa luvussa tarkastellaan, miten nämä sisäiset ratkaisut kytkeytyvät rakennuksen ulkopuoliseen katutilaan ja viimeisen kilometrin logistiikkaan.

Kuva 32: Ilmakuva suunnitellusta vertiporttiratkaisusta osana olemassa olevaa rakennusta. (Osa kuvasta luotu tekoälyllä: OpenAI, 2026.)

5 Katuintegrointi ja viimeinen kilometri

Vertiportin toimivuus ei ratkea pelkästään rakennuksen sisätiloissa tai katolla, vaan yhtä lailla siinä, miten rakennus kytkeytyy ympäröivään katuverkkoon ja lähialueen liikennemuotoihin. Tässä luvussa sovelletaan lyhyesti Riders on the Street -tutkimuksen katusuunnittelun näkökulmaa Pitäjänmäen kontekstiin: katu ei ole vain liikenneväylä, vaan jaettu resurssi, jonka ajallinen ja tilakohtainen käyttö voidaan suunnitella tietoisesti eri toimijoille.

5.1 Kadun aikaperustainen käyttö

Perinteinen näkemys kadusta pelkkänä liikenneväylänä on liian kapea viimeisen kilometrin logistiikan kannalta. Sama katuosuus voidaan ottaa eri aikoina eri käyttöön ilman pysyviä rakennusmuutoksia, mikä on suoraan sovellettavissa vertiportin lähikaduille:

Yö ja varhainen aamu (n. klo 4–7): raskaiden kuorma-autojen aika. Lastauslaiturin edusta on varattu rahtioperaatioille, kun jalankulku- ja pyöräliikennettä on vähän. Tämä sopii hyvin lentologistiikan rytmiin, jossa aamuvarhain saapuvat droonilähetykset on jaeltava ennen kaupungin aamuruuhkaa.

Aamu (n. klo 7–9): siirtymä jalankulku- ja pyöräliikenteen prioriteetille. Raskas ajoneuvoliikenne ohjataan sivureiteille, vaikka vertiportti jatkaa operaatioita katolla.

Päivä (n. klo 9–16): sekakäyttöaika, jossa kevyempien jakeluajoneuvojen liikenne on sallittu rajoitetulla kapasiteetilla.

Ilta (n. klo 16–22): katutila palautuu julkiseen käyttöön, esimerkiksi pyöräpysäköinniksi.

Yö (n. klo 22–4): hiljaisempi jakso, jolloin mahdolliset automatisoidut kuljetukset voivat toimia kevyemmällä valvonnalla.

Toteutus edellyttää selkeää merkintäjärjestelmää (esimerkiksi maahan maalatut vyöhykkeet tai muuttuvat liikennemerkit) ja reaaliaikaista kuormituksen seurantaa. Helsinki on jo pilotoinut vastaavia ratkaisuja muualla kaupungissa, joten tarvittavat suunnitteluinstrumentit ovat olemassa.

5.2 Lastaus- ja purkuliikenne katutasolla

Rakennuksen lastauslaiturit tulee sijoittaa sivukadulle tai rakennuksen takaseinustalle, ei pääkävelykadulle tai vilkkaimmalle katuosuudelle, jotta raskas rahtiliikenne ei risteä sisäänkäyntien jalankulkijavirtojen kanssa. Tämän projektin kannalta käytetyt lastauslaiturit noudattavat jo näitä sääntökä. Kevyemmät jakeluajoneuvoja voidaan tarvittaessa käyttää katuun integroituina jakeluratkaisuina.

Micro-vertiportin ensivaiheen kapasiteetti (FATO + 2 seisontapaikkaa) vastaa karkeasti 1 000–6 000 kilogrammaa rahtia vuorokaudessa, mikä heijastuu katutasolle arviolta 4–8 kuorma-auton tai suuren pakettiauton käyntinä päivässä. Tämä ei sinänsä ole suuri kuormitus alueen katuverkolle, mutta vaatii edellä kuvatun kaltaista selkeää aikataulutusta ruuhkakonfliktien välttämiseksi.

5.3 Saavutettavuus

Tehokas kaupunkisolmukohta on saavutettava usealla kulkumuodolla, ei yhden liikennetavan varassa. Junayhteys Valimon aseman kautta on vertiportille strategisesti tärkeä, sillä asemalta on suora yhteys Kehäradan kautta keskustaan ja Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Kävelyetäisyys asemalta vaihtelee käytettävän sisäänkäynnin mukaan: eteläinen sisäänkäynti on vain noin 250 metrin, eli noin neljän minuutin kävelymatkan päässä, kun taas pääsisäänkäynti on noin 300 metrin, mutta reittiä pitää parantaa.

Kuva 33: Saavutettavuus Valimon aseman suunnasta: jalankulkureitit asemalta rakennuksen sisäänkäynneille ja katunäkymät reitin varrelta (Google Earth, 2026).

5.4 Viimeisen kilometrin jakelu

Vertiportti toimii luontevimmin osana laajempaa viimeisen kilometrin logistiikkaverkostoa: suuren alueellisen jakeluterminaalin sijaan käytetään pienempiä, hajautettuja mikro-konsolidointipisteitä, joista viimeinen siirto tehdään kevyillä ajoneuvoilla tai jalan. Katolta tuotu ja rakennuksessa lajiteltu lähetys voidaan jaella eteenpäin sähköisillä cargopyörillä lähikortteleihin, sähköisillä pakettiautoilla laajemmalle alueelle, tai pakettiautomaateilla, jotka sijaitsevat rakennuksen edustalla. Tämä on erityisen tehokasta yöoperaatioissa: drooni toimittaa yöllä, ja lähetys on aamulla vastaanottajan noudettavissa.

6 Toteutettavuuden arviointi

Edellisissä luvuissa on osoitettu, että Pitäjänmäen kohderakennus tarjoaa rakenteellisesti toteuttamiskelpoisen lähtökohdan vertiportille, että hanke voidaan mitoittaa tunnustettujen sääntelykehysten mukaisesti, ja että sekä katolla että katutasolla tarvittavat ratkaisut ovat tunnettua rakennus- ja liikennesuunnittelun tekniikkaa. Tässä luvussa nämä havainnot kootaan yhteen kokonaisvaltaiseksi toteutettavuusarvioksi neljästä näkökulmasta: teknisestä, sääntelyyn liittyvästä, taloudellisesta ja sosiaalisesta. Luku päättyy keskeisten riskien ja suositeltavien jatkotoimenpiteiden tiivistelmään.

6.1 Tekninen toteutettavuus

Rakennuksen tekninen soveltuvuus vertiporttikäyttöön on hankkeen vahvimpia lähtökohtia. Kaikissa kolmessa toteutusvaihtoehdossa tarvittava perusinfrastruktuuri, hissijärjestelmä, lastausalueet ja riittävän suuret muuntojoustavat kerrostasot, on jo olemassa, eikä hanke edellytä merkittävää uudisrakentamista maantasolla. Suurin yksittäinen tekninen kysymys, pystyliikenteen ulottaminen vesikatolle asti sekä korotetun alustan rakentaminen olemassa olevan katon yläpuolelle, on vaativa mutta ei epätavallinen rakennushanke: kyseessä on tunnettuun teräsrakennetekniikkaan perustuva ratkaisu, jonka kaltaisia toteutetaan säännöllisesti muun muassa kattoterassien, konehuonelaajennusten ja teollisuus-rakennusten kattokorotusten yhteydessä.

Merkittävin tekninen epävarmuus ei liity ratkaisun toteutettavuuteen vaan sen tarkkaan mitoitukseen: lopullinen kuormitusmitoitus, hissien tekninen toteutustapa ja kattorakenteen todellinen kantavuus on vahvistettava rakennesuunnittelijan tekemällä kuntoarviolla ja rakennelaskennalla ennen jatkosuunnittelua. Tässä raportissa esitetyt mitoitusarvot ja pinta-ala-arviot muodostavat kuitenkin riittävän perustan sille, että hanke voidaan todeta teknisesti toteuttamiskelpoiseksi jo tällä tarkkuudella.

6.2 Sääntely- ja lupaprosessi

Hankkeen sääntelyllinen lähtökohta on toisenlainen kuin perinteisessä rakennus-hankkeessa, koska EASA:n PTS-VPT on toistaiseksi prototyyppisäännöstö eikä sitovaa lainsäädäntöä. Se tarkoittaa, että lopullinen, sitova sääntelykehys voi vielä tarkentua ennen rakentamisen käynnistymistä, mikä voi edellyttää suunnitelmien tarkistamista. Toisaalta se tarjoaa Helsingille poikkeuksellisen tilaisuuden: kaupunki voi olla mukana muokkaamassa sitä, miten kansallinen vertiporttisääntely lopulta muotoutuu, sen sijaan että se ainoastaan sopeutuisi jälkikäteen muualla päätettyihin vaatimuksiin.

Koska Traficom toimii Suomessa toimivaltaisena viranomaisena eikä vertiporteille ole vielä vakiintunutta kansallista lupamenettelyä, hankkeen kannalta keskeisin yksittäinen suositus on aloittaa muodollinen ennakkodialogi Traficomin kanssa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, ennen sitovaa rakennesuunnittelua. Tämä sekä pienentää myöhemmän suunnittelun muutosriskiä että asemoi Pitäjänmäen hankkeen yhdeksi Suomen ensimmäisistä konkreettisista vertiporttialoitteista, mikä on itsessään viestinnällisesti arvokasta kaupungin UAM-tavoitteiden kannalta.

6.3 Taloudellinen toteutettavuus

Tarkkaa investointikustannusta ei voida esittää tässä raportissa luotettavasti, sillä se edellyttää rakennuttajakonsultin tekemää määrälaskentaa sekä rakennesuunnittelun tarkentumista. Tämän raportin tarkoitus ei ole arvata euromäärää, vaan osoittaa, että hanke voidaan jäsentää selkeäksi, vaiheistetuksi investointikokonaisuudeksi, jonka pohjalta tarkka kustannusarvio on myöhemmin mielekästä laatia.

Vaiheistus seuraa luontevimmin vaihtoehto 3:n mukaista rakennetta, koska se mahdollistaa luvussa 4.4 kuvatun asteittaisen kasvupolun ilman, että alkuvaiheen investointi lukitsee lopullista laajuutta. Jokaisen vaiheen tarkka euromääräinen laajuus on määritettävä asiantuntijan, kuten rakennuttajakonsultin tai kustannuslaskijan, toimesta rakennesuunnittelun edetessä. Vaiheistettu malli on kuitenkin jo itsessään taloudellisesti perusteltu lähestymistapa: se jakaa pääomatarpeen kahteen erilliseen päätöksentekopisteeseen, pienentää alkuvaiheen rahoitusriskiä, ja antaa kaupungille sekä mahdollisille investoijille mahdollisuuden arvioida alkuvaiheen toteutuneita tuloksia ennen sitoutumista tulevan vaiheen laajempaan investointiin.

6.4 Sosiaalinen hyväksyttävyys ja kaupunkikuva

Hankkeen sosiaalinen hyväksyttävyys rakentuu kahdesta vahvasta lähtökohdasta. Ensinnäkin kyseessä on olemassa olevan, vajaakäytöllä olevan toimistorakennuksen uudelleenkäyttö uuteen tarkoitukseen, ei uuden maa-alan valtaaminen tai uudisrakentaminen, mikä on ympäristö- ja kaupunkikuvanäkökulmasta huomattavasti helpommin perusteltavissa kuin vaihtoehtoiset sijoituspaikat. Toiseksi Pitäjänmäki on jo lähtökohtaisesti teollisuus- ja logistiikkapainotteinen alue, jossa raskaan liikenteen ja teknisten toimintojen läsnäolo on osa alueen vakiintunutta identiteettiä.

Suurin tunnistettu sosiaalinen riski liittyy meluun ja katutilan käyttöön lähialueen asukkaiden ja työntekijöiden näkökulmasta. Toisaalta vertiportin sijoittuminen olemassa olevan rakennuksen kattotasolle rajoittaa meluvaikutusten kohdistumista katutasoon, ja toiminta sijoittuu jo valmiiksi liikenteellisesti ja toiminnallisesti aktiiviseen ympäristöön.

Näin ollen vertiportin toiminnasta aiheutuvan melun ei lähtökohtaisesti arvioida muodostuvan merkittäväksi katutason ympäristöhaitaksi, vaikka vaikutukset onkin tarkoituksenmukaista varmistaa tarkemmilla meluselvityksillä. Koska hanke julkaistaan osana kaupungin virallista aineistoa, avoin viestintä hankkeen vaiheista, erityisesti melumittausten tuloksista ennen matkustajatoiminnan käynnistämistä, on suositeltavaa hyväksyttävyyden ylläpitämiseksi pitkällä aikavälillä.

6.5 Riskit ja suositellut jatkotoimenpiteet

Hankkeen keskeisimmät riskit voidaan tiivistää neljään kokonaisuuteen: sääntelyn tarkentumisesta johtuva suunnittelun muutostarve, rakenteellisen kuntoarvion mahdollisesti paljastamat lisävahvistustarpeet, tarkan investointikustannuksen vahvistuminen vasta jatkosuunnittelussa, sekä ilma-alusten oman tyyppihyväksynnän aikataulu, joka on kaupungin vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella mutta vaikuttaa suoraan siihen, milloin operatiivinen toiminta voi käytännössä käynnistyä.

Näiden riskien hallitsemiseksi suositellaan seuraavia jatkotoimenpiteitä ennen sitovaa rakennesuunnittelua: rakennuksen kattorakenteen ja perustusten tekninen kuntoarvio, muodollisen ennakkodialogin aloittaminen Traficomin kanssa, tarkempi määrälaskentaan perustuva kustannusarvio, sekä vaiheistetun toteutusmallin, aloitus yhdellä rahti-seisontapaikalla, yksityiskohtainen operatiivinen suunnitelma. Yhdessä nämä toimenpiteet muodostavat selkeän polun tässä raportissa esitetystä konseptisuunnitelmasta kohti toteutuskelpoista hanketta.

7 Johtopäätökset ja suositukset

Tämän raportin lähtökohtana oli kysymys, voidaanko Pitäjänmäessä sijaitseva, alikäytöllä oleva hybridi toimisto- ja logistiikkarakennus muuntaa toimivaksi, todelliseen sääntelyyn ja todelliseen rakennukseen perustuvaksi vertiportiksi. Edeltävien lukujen analyysin perusteella vastaus on kyllä: hanke on teknisesti toteuttamiskelpoinen, sääntelyllisesti perusteltavissa, taloudellisesti vaiheistettavissa ja sosiaalisesti hyväksyttävissä.

7.1 Yhteenveto keskeisistä havainnoista

Rakennusanalyysi (luku 2) osoitti, että kohderakennuksessa on jo valmiiksi juuri se infrastruktuuri, jota vertiportti tarvitsee: useampi hissi, lastausalueet ja useita satojen neliömetrien laajuisia, muuntojoustavia kerrostiloja, joista kerrosten 4 ja 5 tilat nousivat selkeimmiksi terminaalikandidaateiksi. Samalla tunnistettiin rakennuksen ainoa todellinen puute: yksikään hissi ei ulotu vesikatolle, eikä katto sellaisenaan sovellu lentotoimintaan.

Sääntely- ja mitoitusanalyysi (luku 3) osoitti, että tämä puute voidaan ratkaista yhdellä ja samalla rakenteella. Korotettu, lämmitetty alusta olemassa olevan katon yläpuolella poistaa sekä kattolaitteiden aiheuttaman esterajoitteen että toimii samalla ratkaisuna Suomen talviolosuhteiden vaatimuksiin. Ratkaisu mitoitettiin EASA-, Traficom- ja ICAO-viitekehysten mukaisesti, mikä varmistaa, että esitetyt mitat eivät ole mielivaltaisia vaan seuraavat kansainvälisesti validoitua käytäntöä.

Suunnitteluvaihtoehtojen tarkastelu (luku 4) osoitti, että rakennus tarjoaa kolme rakenteellisesti toteuttamiskelpoista etenemistapaa, joista vaihtoehto 3, molempien rakennusosien ja niiden hissiyhteyksien hyödyntäminen, nousi kattotason analyysissä muita vahvemmaksi: sillä on suurin helpommin toteutettava kattoala ja ainoa asetelma, joka tukee luontevaa, vaiheittaista kasvua yhdestä seisontapaikasta useampaan.

Katuintegroinnin tarkastelu (luku 5) osoitti, ettei vertiportin toimivuus pääty rakennuksen seiniin: aikaperustainen katutilan käyttö, selkeästi järjestetty lastausliikenne ja monipuolinen kulkumuotojen saavutettavuus ovat kaikki tunnettuja, muualla jo toimivaksi todettuja kaupunkisuunnittelun keinoja, jotka voidaan soveltaa suoraan Pitäjänmäkeen.

Toteutettavuusarviointi (luku 6) kokosi nämä havainnot yhteen ja osoitti, ettei hankkeessa ole tunnistettu yhtään sellaista teknistä, sääntelyllistä, taloudellista tai sosiaalista estettä, joka tekisi siitä toteuttamiskelvottoman. Suurimmat avoimet kysymykset, tarkka rakenne-kuntoarvio, sitova sääntely ja lopullinen kustannusarvio, ovat kaikki luonteeltaan sellaisia, että ne ratkeavat normaalissa jatkosuunnittelussa eivätkä edellytä hankkeen perusidean uudelleenarviointia.

7.2 Suositus

Raportin suositus on edetä vaihtoehto 3:n mukaisella konseptilla jatkosuunnitteluun, koska se tarjoaa parhaan tasapainon nopean käynnistettävyyden ja pitkän aikavälin kasvupotentiaalin välillä. Käytännössä tämä tarkoittaa vaiheistettua etenemistä: ensimmäinen investointi kohdistetaan rahtitoiminnan käynnistämiseen kerroksen 4 tiloissa yhdellä tai kahdella seisontapaikalla, ja toimintaa laajennetaan kysynnän ja käyttökokemuksen karttuessa kohti täyttä, sekä rahti- että matkustajaliikenteen mahdollistavaa kapasiteettia.

Kaksi toimenpidettä nousevat muita kiireellisemmiksi: rakennuksen kattorakenteen tekninen kuntoarvio ja muodollisen ennakkodialogin aloittaminen Traficomin kanssa. Kumpikaan ei edellytä merkittävää investointia, mutta molemmat tuottavat tietoa, joka on välttämätöntä ennen kuin sitovaa rakennesuunnittelua voidaan aloittaa.

7.3 Pitäjänmäki osana Helsingin kaupunki-ilmailun tulevaisuutta

Pitäjänmäen hanke on enemmän kuin yksittäinen rakennushanke. Se on konkreettinen osoitus siitä, miten kaupunki voi vastata kaupunki-ilmailun nousevaan kysyntään ilman uutta maankäyttöä, uudisrakentamista tai raskaita ympäristövaikutuksia, hyödyntämällä olemassa olevaa, alikäytöllä olevaa rakennuskantaa uudella tavalla. Malli on toistettavissa: samankaltaisia toimisto- ja logistiikkarakennuksia on Helsingin metropolialueella muitakin, ja Pitäjänmäen kokemukset, niin tekniset kuin toiminnallisetkin, muodostavat arvokkaan pohjan seuraaville hankkeille.

Toteutuessaan Pitäjänmäen vertiportti asemoi Helsingin yhdeksi Euroopan ensimmäisistä kaupungeista, joka on siirtänyt kaupunki-ilmailun kunnianhimon konkreettiseksi, sääntelyyn ja todelliseen rakennukseen perustuvaksi suunnitelmaksi. Se tarjoaa päättäjille selkeän, riskiltään hallitun etenemispolun, arkkitehdeille kiinnostavan ja teknisesti perustellun suunnittelutehtävän, ja kaupunkilaisille konkreettisen, ymmärrettävän kuvan siitä, millaista tulevaisuutta Helsinki rakentaa.

Helsingin kaupunki
Kaupunki-ilmailu

PL 1, 00099 Helsingin kaupunki
Vaihde: 09 310 1691
sami.alberti@hel.fi | s.d.alberti@student.tudelft.nl
hel.fi